

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

04.04.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 4月 4日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-102916

[ST.10/C]:

[JP2002-102916]

出 願 人

Applicant(s):

株式会社日立製作所

REC'D 05 JUN 2003

WIPO

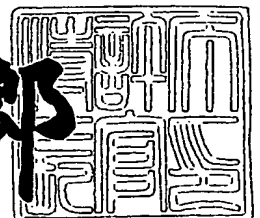
PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月13日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2003-3035798

【書類名】 特許願

【整理番号】 1102006591

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H02M 5/537
G01R 15/20

【発明の名称】 電力変換装置及びそれを備えた電力システム並びに移動体

【請求項の数】 50

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号
株式会社 日立製作所 日立研究所内

 【氏名】 中津 欣也

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字高場 2 5 2 0 番地
株式会社 日立製作所 自動車機器グループ内

 【氏名】 八幡 光一

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県日立市幸町三丁目 1 番 1 号
株式会社 日立製作所 日立事業所内

 【氏名】 高橋 雅人

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県日立市幸町三丁目 1 番 1 号
株式会社 日立製作所 日立事業所内

 【氏名】 岩中 光文

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号
株式会社 日立製作所 日立研究所内

 【氏名】 齋藤 隆一

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100075096

【弁理士】

【氏名又は名称】 作田 康夫

【電話番号】 03-3212-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電力変換装置及びそれを備えた電力システム並びに移動体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁部材を介して導電性部材上に載置された電力制御用半導体素子及び該電力制御用半導体素子に入力或いは該電力制御用半導体素子から出力される電流を検出する電流検出器を有するパワーモジュール部と、前記電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部とを備え、前記電流検出器は、前記電力制御用半導体素子と電氣的に接続されかつ絶縁部材を介して前記導電性部材上に載置された導体に設けられると共に、前記制御部と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子を有する磁気検出部を備えてなり、前記導体の前記磁気検出部が設けられた部分と前記導電性部材との相対的距離は、前記電力制御用半導体素子と前記導電性部材との相対的距離よりも大きいことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 2】

絶縁部材を介して導電性部材上に載置された電力制御用半導体素子及び該電力制御用半導体素子に入力或いは該電力制御用半導体素子から出力される電流を検出する電流検出器を有するパワーモジュール部と、前記電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部とを備え、前記電流検出器は、前記電力制御用半導体素子と電氣的に接続されると共に、絶縁部材を介して前記導電性部材上に載置され、かつ前記導電性部材に対する相対的距離が前記電力制御用半導体素子と前記導電性部材との相対的距離よりも大きい部分を有する導体と、該導体の前記導電性部材に対する相対的距離が大きい部分に設けられると共に、前記制御部と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子を有する磁気検出部とを備えてなることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 3】

絶縁部材を介して導電性部材上に載置された電力制御用半導体素子及び該電力制御用半導体素子に入力或いは該電力制御用半導体素子から出力される電流を検出する電流検出器を有するパワーモジュール部と、前記電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部とを備え、前記電流検出器は、前記電力制御用半導体素子

と電氣的に接続されると共に、絶縁部材を介して前記導電性部材上に載置され、かつ前記絶縁部材を介して前記導電性部材上に積層される部分よりも前記導電性部材に対する相対的距離が大きい部分を有する導体と、該導体の前記導電性部材に対する相対的距離が大きい部分に設けられると共に、前記制御部と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子を有する磁気検出部とを備えてなることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 4】

絶縁部材を介して導電性部材上に載置された電力制御用半導体素子及び該電力制御用半導体素子に入力或いは該電力制御用半導体素子から出力される電流を検出する電流検出器を有するパワーモジュール部と、前記電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部とを備え、前記電流検出器は、前記電力制御用半導体素子と電氣的に接続されると共に、絶縁部材を介して前記導電性部材上に載置され、かつ前記絶縁部材を介して前記導電性部材上に積層される部分よりも前記導電性部材から遠ざかる方向に突出した部分を有する導体と、該導体の前記突出部分に設けられると共に、前記制御部と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子を有する磁気検出部とを備えてなることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 5】

絶縁部材を介して導電性部材上に載置された電力制御用半導体素子及び該電力制御用半導体素子に入力或いは該電力制御用半導体素子から出力される電流を検出する電流検出器を有するパワーモジュール部と、前記電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部とを備え、前記電流検出器は、前記電力制御用半導体素子と電氣的に接続されると共に、絶縁部材を介して前記導電性部材上に載置され、かつ前記絶縁部材を介して前記導電性部材上に積層されて電流を前記導電性部材の載置面と平行な平面上において流す第 1 電路、前記平面上において流れる電流を前記平面から遠ざかる方向に流して前記平面に近づく方向に流す第 2 電路を形成する導体と、該導体の前記第 2 電路に設けられると共に、前記制御部と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子を有する磁気検出部とを備えてなることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 6】

絶縁部材を介して導電性部材上に載置された電力制御用半導体素子及び該電力制御用半導体素子に入力或いは該電力制御用半導体素子から出力される電流を検出する電流検出器を有するパワーモジュール部と、前記電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部とを備え、前記電流検出器は、前記電力制御用半導体素子と電氣的に接続されると共に、絶縁部材を介して前記導電性部材上に載置された導体と、該導体に設けられると共に、前記制御部と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子を配置した磁気検出部を備えてなり、前記磁気検出部が設けられた部分に対応する前記導電性部材の部分には窪みが設けられていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 7】

絶縁部材を介して導電性部材上に載置された電力制御用半導体素子及び該電力制御用半導体素子に入力或いは該電力制御用半導体素子から出力される電流を検出する電流検出器を有するパワーモジュール部と、前記電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部とを備え、前記電流検出器は、前記電力制御用半導体素子と電氣的に接続されると共に、絶縁部材を介して前記導電性部材上に載置された導体と、該導体に設けられると共に、前記制御部と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子を配置した磁気検出部を備えてなり、前記磁気検出部が設けられた部分に対応する前記導電性部材の部分の厚みはその他の部分の厚みより小さいことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれかにおいて、前記磁気検出部は、前記磁気検出用半導体素子、前記磁気検出用半導体素子及び前記制御部と電氣的に接続された接続導体の一部が樹脂で梱包されたものであり、前記導体に形成された窪みにその少なくとも一部分が収納されていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 7 のいずれかにおいて、前記磁気検出部は、基板上に固定された前記磁気検出用半導体素と、前記制御部と電氣的に接続された接続導体とが前記基板上において電氣的に接続されたものであり、前記導体に形成された窪みにその少なくとも一部分が収納されていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項10】

請求項1乃至7のいずれかにおいて、前記磁気検出部は、前記磁気検出用半導体素子、前記磁気検出用半導体素子及び前記制御部と電氣的に接続された端子部材の一部が樹脂で梱包されたものであると共に、前記導体に形成された窪みにその少なくとも一部分が収納され、かつ前記窪みとの非対向部分に固定治具が接着層を介して当てがわれて固定されたものであり、前記固定治具は、前記導体が前記磁気検出部の前記窪みとの非対向部分に突出したものであることを特徴とする電力変換装置。

【請求項11】

請求項1乃至7のいずれかにおいて、前記磁気検出部は、基板上に固定された前記磁気検出用半導体素子と、前記制御部と電氣的に接続された端子部材とが前記基板上において電氣的に接続されたものであると共に、前記導体に形成された窪みにその少なくとも一部分が収納され、かつ前記基板の前記窪みとの非対向部分の少なくとも2箇所に固定治具が接着層を介して当てがわれて固定されたものであり、前記固定治具は、前記導体が前記基板の前記窪みとの非対向部分に突出したものであることを特徴とする電力変換装置。

【請求項12】

請求項1乃至7のいずれかにおいて、前記磁気検出部は、前記磁気検出用半導体素子、前記磁気検出用半導体素子及び前記制御部と電氣的に接続された端子部材の一部が樹脂で梱包されたものであると共に、前記導体に形成された窪みにその少なくとも一部分が収納され、かつ前記窪みとの非対向部分に固定治具が接着層を介して当てがわれて固定されたものであり、前記固定治具は、樹脂を成形して形成した成形品であると共に、前記導体と噛み合い、かつ前記導体側から前記磁気検出部の前記窪みとの非対向部分側に突出して前記磁気検出部を固定するものであることを特徴とする電力変換装置。

【請求項13】

請求項1乃至7のいずれかにおいて、前記磁気検出部は、前記磁気検出用半導体素子、前記磁気検出用半導体素子及び前記制御部と電氣的に接続された端子部材の一部が樹脂で梱包されたものであると共に、前記導体に形成された窪みにそ

の少なくとも一部分が収納され、かつ前記窪みとの非対向部分に固定治具が接着層を介して当てがわれて固定されたものであり、前記固定治具は、樹脂を成形して形成した成形品であると共に、前記導体と噛み合い、かつ前記導体側から前記磁気検出部の前記窪みとの非対向部分側に突出して前記磁気検出部を固定し、さらに前記導体側から前記磁気検出部側に突出して前記端子部材を固定するものであることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 乃至 7 のいずれかにおいて、前記磁気検出部は、前記磁気検出用半導体素子、前記磁気検出用半導体素子と電氣的に接続された端子部材の一部が樹脂で梱包されたものであると共に、前記導体に形成された窪みにその少なくとも一部分が収納され、かつ前記窪みとの非対向部分に固定治具が接着層を介して当てがわれて固定されたものであり、前記固定治具は、樹脂を成形して形成した成形品であると共に、前記端子部材と電氣的に接続された電極部材が挿入され、かつ該電極部材の一部が、ワイヤのボンディングが可能なように表面に露出したものであることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 1 5】

請求項 1 0 乃至 1 4 のいずれかにおいて、前記端子部材は、前記導体に対して遠ざかる方向に引き出されることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 1 6】

導体を介して電力機器と電氣的に接続された電力制御用半導体素子を有するパワーモジュール部と、前記電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部と、前記導体に設けられた電流検出器とを備え、該電流検出器は、磁気検出用半導体素子、該磁気検出用半導体素子及び前記制御部と電氣的に接続された接続導体の一部が樹脂で梱包された磁気検出部を有すると共に、該磁気検出部の少なくとも一部分が、前記導体に形成された窪みに収納されているものであることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 1 7】

請求項 1 6 において、前記導体は、前記電力機器に電氣的に接続された配線がネジの締め付けによって電氣的に接続された端子台の電極と前記パワーモジュー

ル部或いは前記制御部とを電氣的に接続する前記端子台の引出電極であり、該引出電極に前記窪みが形成されていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 1 8】

請求項 1 6 又は 1 7 において、前記磁気検出部は、前記窪みとの非対向部分に固定治具が接着層を介して当てがわれて固定されており、前記固定治具は、前記導体が前記磁気検出部の前記窪みとの非対向部分に突出したものであることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 1 9】

請求項 1 6 乃至 1 8 のいずれかにおいて、前記導体の前記磁気検出部が設けられた部分の通電面積は、前記導体のその他の部分の通電面積よりも小さいことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 2 0】

絶縁部材を介して導電性部材上に載置された電力制御用半導体素子及び該電力制御用半導体素子に入力或いは該電力制御用半導体素子から出力される電流を検出する電流検出器を有するパワーモジュール部と、前記電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部とを備え、前記電流検出器は、前記電力制御用半導体素子と電氣的に接続されかつ絶縁部材を介して前記導電性部材上に載置された導体の近傍に、絶縁部材を介して前記導電性部材上に載置されかつ前記制御部と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子を配置した磁気検出部を備えてなり、前記磁気検出部と前記導電性部材との相対的距離は、前記電力制御用半導体素子と前記導電性部材との相対的距離よりも大きいことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 2 1】

絶縁部材を介して導電性部材上に載置された電力制御用半導体素子及び該電力制御用半導体素子に入力或いは該電力制御用半導体素子から出力される電流を検出する電流検出器を有するパワーモジュール部と、前記電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部とを備え、前記電流検出器は、前記電力制御用半導体素子と電氣的に接続されかつ絶縁部材を介して前記導電性部材上に載置された導体の近傍に、絶縁部材を介して前記導電性部材上に載置されかつ前記制御部と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子を配置した磁気検出部を備えてなり、前記磁

気検出部が設けられた部分に対応する前記導電性部材の部分には窪みが設けられていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 2 2】

絶縁部材を介して導電性部材上に載置された電力制御用半導体素子及び該電力制御用半導体素子に入力或いは該電力制御用半導体素子から出力される電流を検出する電流検出器を有するパワーモジュール部と、前記電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部とを備え、前記電流検出器は、前記電力制御用半導体素子と電氣的に接続されかつ絶縁部材を介して前記導電性部材上に載置された導体の近傍に、絶縁部材を介して前記導電性部材上に載置されかつ前記制御部と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子を配置した磁気検出部を備えてなり、前記磁気検出部が設けられた部分に対応する前記導電性部材の部分の厚みはその他の部分の厚みより小さいことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 2 3】

請求項 2 0 乃至 2 2 のいずれかにおいて、前記磁気検出部は、前記磁気検出用半導体素子、前記磁気検出用半導体素子及び前記制御部と電氣的に接続されかつワイヤのボンディングが可能な電極部材が樹脂で梱包されたものであることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 2 4】

請求項 2 0 乃至 2 2 のいずれかにおいて、前記磁気検出部の近傍に配置された他の導体と前記磁気検出部との相対的距離は、前記導体と前記磁気検出部との相対的距離よりも大きいことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 2 5】

請求項 2 0 乃至 2 4 のいずれかにおいて、前記導体の前記磁気検出部が近接する部分の通電面積は、前記導体のその他の部分の通電面積よりも小さいことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 2 6】

請求項 1 乃至 2 5 のいずれかにおいて、前記導電性部材は、前記電力制御用半導体素子及び前記導体の発熱を外部或いは冷却器に放出する放熱部材であることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 2 7】

請求項 1 乃至 2 6 のいずれかにおいて、前記制御部は、前記電流検出器の検出精度を校正させる手段を備えていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 2 8】

請求項 2 7 において、前記電流検出器の検出精度を校正させる手段は、前記電力制御用半導体素子の制御に必要な演算を実行する計算機であることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 2 9】

請求項 2 8 において、前記計算機は、基準電流を前記導体に流して前記電流検出器から得られた結果と前記基準電流の値との比較に基づいて、前記電流検出器に入力すべく校正信号を生成することを特徴とする電力変換装置。

【請求項 3 0】

請求項 2 9 において、前記校正信号は、信号の昇圧或いは降圧が可能な回路を介して前記電流検出器に入力されることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 3 1】

請求項 2 9 において、前記制御部は、前記校正信号及び前記電流検出器の検出結果を外部に出力する手段を有することを特徴とする電力変換装置。

【請求項 3 2】

請求項 2 7 において、前記電流検出器の検出精度を校正させる手段は、前記電力制御用半導体素子の制御に必要な演算を実行する第 1 計算機と、該第 1 計算機と電氣的に接続された第 2 計算機であることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 3 3】

請求項 3 2 において、前記第 1 計算機は、基準電流を前記導体に流して前記電流検出器から得られた結果と前記基準電流の値との比較に基づいて、前記電流検出器に入力すべく第 1 校正信号を生成し、前記第 2 計算機は、基準電流を前記導体に流して前記電流検出器から得られた結果と前記基準電流の値との比較に基づいて第 2 校正信号を生成すると共に、該第 2 校正信号と前記第 1 校正信号とを比較して前記第 1 校正信号が偽信号と判断した場合、前記第 1 校正信号に代えて前記第 2 校正信号を前記電流検出器に出力することを特徴とする電力変換装置。

【請求項 3 4】

請求項 3 3 において、前記第 1 校正信号或いは前記第 2 校正信号は、信号の昇圧或いは降圧が可能な回路を介して前記電流検出器に入力されることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 3 5】

請求項 3 3 において、前記制御部は、前記第 1 校正信号或いは前記第 2 校正信号を外部に出力する手段を有することを特徴とする電力変換装置。

【請求項 3 6】

請求項 1 乃至 2 6 のいずれかにおいて、前記制御部は、前記電流検出器の検出精度を校正させるべく校正信号を外部から入力する手段を有することを特徴とする電力変換装置。

【請求項 3 7】

請求項 1 乃至 2 6 のいずれかにおいて、前記磁気検出部は少なくとも 2 個設けられていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 3 8】

請求項 3 7 において、前記磁気検出部の他方は、前記磁気検出部の一方のバックアップ用として設けられたものであり、前記磁気検出部の一方と対称となるように設けられていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 3 9】

請求項 1 乃至 2 6 のいずれかにおいて、前記電流検出器は少なくとも 2 個設けられていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 4 0】

請求項 3 9 において、前記電流検出器の一方は、前記導体に流れる電流を検出するものであり、前記電流検出器の他方は、前記電流検出器の一方の磁気検出用半導体素子と同方向に向く磁気検出用半導体素子を備えて前記電流検出器の一方の近傍に設けられたものであることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 4 1】

請求項 4 0 において、前記電流検出器の他方は、外部から放射された磁気を検出するものであり、前記制御部は、前記電流検出器の他方の検出結果に基づいて

前記電流検出器の一方の検出結果を補正することを特徴とする電力変換装置。

【請求項 4 2】

電源から供給された電力を、請求項 1 乃至 4 1 のいずれかに記載された電力変換装置で制御して負荷に供給することを特徴とする電力システム。

【請求項 4 3】

電力発生手段から供給された直流電力を、請求項 1 乃至 4 1 のいずれかに記載された電力変換装置で交流電力に変換して電力系統に供給することを特徴とする電力システム。

【請求項 4 4】

電力系統から供給された電力を、請求項 1 乃至 4 1 のいずれかに記載された電力変換装置で制御して電気負荷に供給し、該電気負荷を駆動させることを特徴とする電力システム。

【請求項 4 5】

蓄電手段から供給された直流電力を、請求項 1 乃至 4 1 のいずれかに記載された電力変換装置で交流電力に変換して電気負荷に供給し、該電気負荷を駆動させることを特徴とする電力システム。

【請求項 4 6】

胴体と、前記胴体に回転可能に取り付けられた回転体と、前記回転体を駆動すると共に、外部電源或いは前記胴体に取り付けられた内部電源からの供給電力によって駆動される電動機と、前記電源から前記電動機に供給される電力を制御する電力変換装置とを備え、前記電力変換装置は、請求項 1 乃至 4 1 のいずれかに記載された電力変換装置であることを特徴とする移動体。

【請求項 4 7】

車体と、前記車体に回転可能に取り付けられた前後輪と、前記前後輪のいずれか一方を駆動する電動機と、前記電動機に供給される駆動電力を蓄える蓄電装置と、前記蓄電装置から前記電動機に供給される直流電力を交流電力に変換する電力変換装置とを備え、前記電力変換装置は、請求項 1 乃至 4 1 のいずれかに記載された電力変換装置であることを特徴とする移動体。

【請求項 4 8】

車体と、前記車体に回転可能に取り付けられた前後輪と、前記前後輪のいずれか一方を駆動する内燃機関と、内燃機関に代わって前後輪のいずれか一方を駆動する電動機と、電動機に供給される駆動電力を蓄える蓄電装置と、蓄電装置から電動機に供給される直流電力を交流電力に変換する電力変換装置とを備え、前記電力変換装置は、請求項 1 乃至 4 1 のいずれかに記載された電力変換装置であることを特徴とする移動体。

【請求項 4 9】

車体と、前記車体に回転可能に取り付けられた前後輪と、前記前後輪の一方を駆動する内燃機関と、前記前後輪の他方を駆動する電動機と、前記電動機に供給される駆動電力を蓄える蓄電装置と、前記蓄電装置から前記電動機に供給される直流電力を交流電力に変換する電力変換装置とを備え、前記電力変換装置は、請求項 1 乃至 4 1 のいずれかに記載された電力変換装置であることを特徴とする移動体。

【請求項 5 0】

請求項 4 7 乃至 4 9 のいずれかにおいて、前記車体は、運転操作機器が収納された運転室、前記内燃機関が収納された機関室、物品を載置できる荷台、前記前後輪の少なくとも一部の周囲を覆う部分を有し、前記電力変換装置は、前記運転室、前記機関室、前記荷台、前記覆い部分のいずれかに取り付けられていることを特徴とする移動体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、負荷に供給される電力を制御する電力変換装置及びそれを備えた電力システム並びに移動体に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

負荷に電力を供給する電力システムでは、負荷に流れる負荷電流などに基づいて電力変換装置を制御し、負荷に供給される電力を制御している。このため、電力システムには、負荷に流れる負荷電流を検出するための電流検出器が設けられ

ている。

【 0 0 0 3 】

従来、負荷に電力を供給する電力システム、例えば電気自動車、ハイブリッド自動車などの駆動源である電動機に蓄電池からの直流電力を交流電力に変換して供給する電動機駆動システムでは、例えば特開平 1 1 - 1 3 6 9 6 0 号公報に記載された電流検出器を、直流電力を交流電力に変換する電力変換装置に備え、電動機に供給される電流を検出している。この従来の電流検出器は、電力変換装置の回路モジュールの出力導体であるブスバーに嵌着された環状の磁性コアのギャップにホール素子を収容したものであり、電力変換装置の回路モジュールを構成する冷却ブロックに嵌着されている。

【 0 0 0 4 】

また、最近では、例えば特開 2 0 0 1 - 2 2 1 8 1 5 号公報、特開 2 0 0 2 - 4 0 0 5 8 号公報に記載されているように、U 字状の導体の内側中央にホール素子を配置し、その部分に集中する磁束をホール素子に直接入力し、U 字状の導体に流れる電流を検出する電流検出器が提案されている。この電流検出器は、U 字状の導体及び樹脂成形体からなる第 1 部品と、ホール素子を含む半導体チップが固着された支持板、リード端子及び樹脂成形体からなる第 2 部品とが接着されて構成されている。

【 0 0 0 5 】

さらに、最近では、例えば特開 2 0 0 0 - 1 9 1 9 9 号公報に記載されているように、線対称又は点対称に電流経路を形成してその中心部の磁束密度が略一定となる位置にホール素子を配置し、小型かつ低価格で電流経路を流れる電流を検出する電流検出方法なども提案されている。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

負荷に電力を供給する電力システム、例えば電気自動車、ハイブリッド自動車などの駆動源である電動機に蓄電池からの直流電力を交流電力に変換して供給する電動機駆動システムでは、電気自動車、ハイブリッド自動車などの電動車両の低価格化、燃費の向上、一充電あたりの走行距離の向上、電力変換装置の実装ス

ペースの縮小化などから、直流電力を交流電力に変換する電力変換装置の小型化及び低価格化が検討されている。

【 0 0 0 7 】

これを達成するためには、電力変換装置を構成する部品のうち、構成部品間の絶縁距離をとる必要がある高電圧部品、大電流の印加によって発熱する部品を小型化してこれらを集積化し、絶縁性及び放熱性に優れたモジュールを形成することが望ましく、近年、様々なモジュールが提案されている。最近では、前述した特開平 1 1 - 1 3 6 9 6 0 号公報に記載のように、電流検出器を集積化したモジュールも提案されている。

【 0 0 0 8 】

しかしながら、特開平 1 1 - 1 3 6 9 6 0 号公報に記載された電流検出器では磁性コアを必要とするので、冷却ブロックの大型化を招くことなく冷却ブロックの内部に電流検出器を設けることができない。すなわち磁性コアを用いた電流検出器では、通電導体に流れる電流を検出するにあたり、磁性コアが飽和しないようにギャップ幅などで磁束量を調節したり、磁性コアの実効断面積を大きく、実効磁路長を短くしたり必要などがあり、磁性コアを小型化することが難しい。このため、冷却ブロックの内部に設置する場合には、冷却ブロックを大型化せざるを得なくなる。また、冷却ブロックの側壁に設ける場合でも、冷却ブロックの側壁を外側に突出させて磁性コアを設ける必要があり、冷却ブロックを大型化せざるを得ない。

【 0 0 0 9 】

本発明の代表的な目的は、小型でかつ高精度な電力制御が行える電力変換装置及びそれを備えた電力システム並びに移動体を提供することにある。また、本発明の別の代表的な目的は、小型でかつ高精度な電流検出が行える電流検出器を備えた電力変換装置及びそれを備えた電力システム並びに移動体を提供することにある。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本願の発明者らは、通電導体で作る磁束をホール素

子に直接入力して通電導体に流れる電流を検出する電流検出器の電力変換装置への適用に着目した。そこで、電流検出器の電力変換装置への取り付け方について検討した。

【0011】

まず、例えば特開2001-221815号公報、特開2002-40058号公報に記載された電流検出器の電力変換装置への適用を検討した。この場合の電流検出器の電力変換装置への取り付け方としては、放熱用導電性部材上に半田で固着した絶縁基板上の電極に、半導体素子などと共に電流検出器の検出導体を半田で固着することが考えられる。しかし、上述の取り付け方では、放熱用導電性部材及び電流検出器の温度を半田の融点温度以上の温度に均一に上昇させて半田付けしなければならない。しかも、半田付け工程の温度プロファイルで半田の融点温度以上の温度を数分以上必要とする場合も多い。このため、上述の取り付け方では、ホール素子と樹脂成形体との線膨張係数の差によって生じる熱応力などによってホール素子に永久歪みが生じ、電流検出器の検出精度が低下すると考えられる。

【0012】

また、上述の電流検出器のように、ホール素子を含む半導体チップが固着された支持板、リード端子及び樹脂成形体からなる部品を通電導体上にシート状の接着層或いは絶縁層を介して接着させる取り付け方が考えられる。しかし、上述の取り付け方では、接着層或いは絶縁層の厚さにバラツキが生じた場合、ホール素子と通電導体との間の間隔にバラツキが生じ、電流検出器の検出精度が低下すると考えられる。

【0013】

さらに、上述の電流検出器のように、通電導体に位置決めのための第1樹脂成形体を設け、ホール素子を含む半導体チップが固着された支持板、リード端子及び第2樹脂成形体からなる部品の第2樹脂成形体を第1樹脂成形体に組み合わせる取り付け方が考えられる。しかし、上述の取り付け方では、位置決め治具となる第1樹脂成形体の微細部分を高精度に樹脂成形しなければならない、歩留まりが低下して製造コストが上昇すると考えられる。

【 0 0 1 4 】

また、例えば特開 2 0 0 0 - 1 9 1 9 9 号公報に記載された電流検出方法のように、通電導体を線対称又は点対称に形成し、その中心部の磁束密度が略一定となる位置にホール素子を配置する取り付け方が考えられる。しかし、上述の取り付け方では、通電導体の配置の自由度が損なわれると考えられる。また、上述の取り付け方では、放熱用導電性部材上に半田で固着した絶縁基板上の電極を線対称又は点対称に形成すると、一方の電極が作る磁束が他方の電極に鎖交し、他方の電極に渦電流が流れ、一方の電極が作る磁束を打消す反抗磁束が他方の電極で生成される。このため、上述の取り付け方では、検出すべき磁束が減少し、電流検出器の検出精度が低下すると考えられる。

【 0 0 1 5 】

このように、通電導体で作る磁束をホール素子に直接入力して通電導体に流れる電流を検出する電流検出器の電力変換装置への適用にあたっては、電流検出器の検出精度が低下することが判明した。そこで、本願の発明者らは、電流検出器の検出精度の低下を抑制することができる電流検出器の電力変換装置への取り付け方についてさらに検討を重ねた。その結果、電流検出器の電力変換装置への望ましい取り付け方を発見することができた。

【 0 0 1 6 】

ここに、本願の代表的な発明は、絶縁部材を介して導電性部材上に載置された電力制御用半導体素子及びこの電力制御用半導体素子に入力或いは電力制御用半導体素子から出力される電流を検出する電流検出器を有するパワーモジュール部と、電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部とを備え、電流検出器が、電力制御用半導体素子と電気的に接続されかつ絶縁部材を介して導電性部材上に載置された導体に設けられると共に、制御部と電気的に接続された磁気検出用半導体素子を有する磁気検出部を備えてなり、導体の磁気検出部が設けられた部分と導電性部材との相対的距離が電力制御用半導体素子と導電性部材との相対的距離よりも大きいことを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

導体の磁気検出部が設けられた部分と導電性部材との相対的距離が電力制御用

半導体素子と導電性部材との相対的距離よりも大きくするためには、導体の磁気検出部導体が設けられた部分と導電性部材との相対的距離が大きくなるように導体或いは導電性部材を構成する。

【 0 0 1 8 】

例えば導電性部材に対する相対的距離が電力制御用半導体素子と導電性部材との相対的距離よりも大きくなる部分を導体に設け、この部分に磁気検出部を設ける。或いは絶縁部材を介して導電性部材上に積層される部分よりも導電性部材に対する相対的距離が大きい部分を導体に設け、この部分に磁気検出部を設ける。或いは絶縁部材を介して導電性部材上に積層される部分よりも導電性部材から遠ざかる方向に突出した部分を導体に設け、この部分に磁気検出部を設ける。或いは絶縁部材を介して導電性部材上に積層されて電流を導電性部材の載置面と平行な平面上において流す第 1 電路、平面上において流れる電流を平面から遠ざかる方向に流して平面に近づく方向に流す第 2 電路を導体に設け、この第 2 電路に磁気検出部を設ける。或いは磁気検出部が設けられた部分に対応する導電性部材の部分に窪みを設ける。或いは磁気検出部が設けられた部分と対応する導電性部材の部分の厚みをその他の部分の厚みよりも小さくする。導電性部材は、電力制御用半導体素子及び導体の発熱を外部或いは冷却器に放出する放熱部材である。

【 0 0 1 9 】

磁気検出部は、磁気検出用半導体素子、磁気検出用半導体素子及び制御部と電氣的に接続された接続導体或いは磁気検出用半導体素子と電氣的に接続された接続導体の一部が樹脂で梱包されたもの、又は基板上に固定された磁気検出用半導体素子と、制御部と電氣的に接続された接続導体とが基板上において電氣的に接続されたものである。導体には窪みが形成され、磁気検出部の少なくとも一部分が収納されている。接続導体は、端子部材或いはワイヤのボンディングが可能な電極部材である。端子部材は、導体に対して遠ざかる方向に引き出されることが好ましい。

【 0 0 2 0 】

また、磁気検出部或いは基板の窪みとの非対向部分には接着層を介して固定治具が少なくとも 1 箇所当てがわれている。基板の場合は、固定治具を基板の少

なくとも2箇所当てがわせることが好ましい。固定治具は、導体が磁気検出部或いは基板の窪みとの非対向部分に突出したものである。或いは樹脂を成形して形成した成形品であると共に、導体と噛み合い、かつ導体側から磁気検出部の窪みとの非対向部分側に突出して磁気検出部を固定するものである。或いは樹脂を成形して形成した成形品であると共に、導体と噛み合い、かつ導体側から磁気検出部の窪みとの非対向部分側に突出して磁気検出部を固定し、さらに導体側から磁気検出部側に突出して端子部材を固定するものである。或いは樹脂を成形して形成した成形品であると共に、端子部材と電氣的に接続された電極部材が挿入され、かつ電極部材の一部が、ワイヤのボンディングが可能なように表面に露出したものである。

【 0 0 2 1 】

本願の代表的な別の発明は、導体を介して電力機器と電氣的に接続された電力制御用半導体素子を有するパワーモジュール部と、電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部と、導体に設けられた電流検出器とを備え、電流検出器が、磁気検出用半導体素子、この磁気検出用半導体素子及び制御部と電氣的に接続された接続導体の一部が樹脂で梱包された磁気検出部を有すると共に、この磁気検出部の少なくとも一部が、導体に形成された窪みに収納されていることを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

導体は、電力機器に電氣的に接続された配線がネジの締め付けによって電氣的に接続された端子台の電極とパワーモジュール部或いは制御部とを電氣的に接続する前記端子台の引出電極であり、この引出電極に窪みが形成されている。磁気検出部は、窪みとの非対向部分に固定治具が接着層を介して当てがわれて固定されている。固定治具は、導体が磁気検出部の前記窪みとの非対向部分に突出したものである。導体の磁気検出部が設けられた部分の通電面積は、導体のその他の部分の通電面積よりも小さい。

【 0 0 2 3 】

本願の代表的な別の発明は、絶縁部材を介して導電性部材上に載置された電力制御用半導体素子及び電力制御用半導体素子に入力或いは電力制御用半導体素子

から出力される電流を検出する電流検出器を有するパワーモジュール部と、電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部とを備え、電流検出器が、電力制御用半導体素子と電氣的に接続されかつ絶縁部材を介して導電性部材上に載置された導体の近傍に、絶縁部材を介して導電性部材上に載置されかつ制御部と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子を配置した磁気検出部を備えてなり、磁気検出部と導電性部材との相対的距離が電力制御用半導体素子と導電性部材との相対的距離よりも大きいことを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

磁気検出部と導電性部材との相対的距離が電力制御用半導体素子と導電性部材との相対的距離よりも大きくするためには、磁気検出部導体と導電性部材との相対的距離が大きくなるように導電性部材を構成する。例えば磁気検出部が設けられた部分に対応する導電性部材の部分に窪みを設ける。或いは磁気検出部が設けられた部分に対応する導電性部材の部分の厚みをその他の部分の厚みよりも小さくする。

【 0 0 2 5 】

磁気検出部は、磁気検出用半導体素子、磁気検出用半導体素子及び制御部と電氣的に接続されかつワイヤのボンディングが可能な電極部材が樹脂で梱包されたものである。磁気検出部の近傍に配置された他の導体と磁気検出部との相対的距離は、検出電流が流れる導体と磁気検出部との相対的距離よりも大きい。導体の磁気検出部が近接する部分の通電面積は、導体のその他の部分の通電面積よりも小さい。導電性部材は、電力制御用半導体素子及び導体の発熱を外部或いは冷却器に放出する放熱部材である。

【 0 0 2 6 】

本発明によれば、通電導体を作る磁束を磁気検出用半導体素子に直接入力して通電導体に流れる電流を検出する電流検出器を電力変換装置に用いたので、従来よりも電流検出器を小型にでき、電流検出器を電力変換装置のパワーモジュール部の内部に設けることができる。従って、本発明によれば、電力変換装置の内部に電流検出器を設けるスペースが不要となるので、電力変換装置を小型化することができる。しかも、本発明によれば、パワーモジュール部の大型化も抑制する

ことができる。

【0027】

また、本発明によれば、導体の磁気検出部が設けられた部分と導電性部材との相対的距離が電力制御用半導体素子と導電性部材との相対的距離よりも大きくなるように構成しているので、導体で作る磁束が導電性部材に鎖交し、導電性部材に渦電流が流れ、導体で作る磁束を打消す反抗磁束が導電性部材において生成されることがない。従って、本発明によれば、磁気検出部で検出すべき磁束の減少を抑えることができるので、電流検出器の検出精度の低下を防止することができる。

【0028】

また、本発明によれば、磁気検出部の少なくとも一部分を導体の窪みに収納するように導体に設けたので、磁気検出用半導体素子と導体との間の間隔を一定に保つことができる。従って、本発明によれば、磁気検出用半導体素子と導体との間にバラツキを生じることがないので、電流検出器の検出精度の低下を防止することができる。

【0029】

また、本発明によれば、磁気検出部の少なくとも一部分を導体の窪みに収納するように導体に設けたので、位置決めが簡単に行うことができる。従って、本発明によれば、歩留まりの低下を抑制することができ、電力変換装置の製造コストの上昇を抑えることができる。

【0030】

また、本発明によれば、磁気検出部が設けられた導体、或いは磁気検出部の近傍に配置されかつ磁気検出部によって検出される電流が流通する導体が絶縁物を介して導電性部材上に設けられているので、電流の流通によって発生する導体の熱を導電性部材を介して放熱することができる。従って、本発明によれば、磁気検出部への熱伝達を抑制することができ、磁気検出用半導体素子とその仕様限界温度以上に上昇させることを防止することができる。これにより、熱による磁気検出用半導体素子の性能の低下を抑制することができ、電流検出器の検出精度の低下を防止することができる。また、磁気検出部を構成する磁気検出用半導体素

子と、磁気検出部を構成する樹脂との線膨張係数の差によって生じる熱応力などによって磁気検出用半導体素子に生じる永久歪みを抑制することができ、電流検出器の検出精度の低下を防止することができる。

【0031】

電源から供給された電力を制御して負荷に供給する電力システム、例えば電力発生手段（例えば太陽電池或いは燃料電池）から供給された直流電力を交流電力に変換して電力系統に供給する発電システム、電力系統から供給された電力を制御して電気負荷（例えば回転電機）に供給して電気負荷を駆動させる、或いは蓄電手段（例えばバッテリー）から供給された直流電力を交流電力に変換して電気負荷（例えば回転電機）に供給して電気負荷を駆動させる駆動システムには、電力制御用の電力変換装置が設けられている。本発明では、電力システムの電力変換装置として、小型でかつ高精度な電力制御が行える上述の電力変換装置を用いたので、電力システムのシステム構成の小型化、電力システムの低価格化、電力システムの信頼性の向上などを図ることができる。

【0032】

移動体、例えば電気自動車、ハイブリッド自動車、電動四輪駆動車などの電動車両は、外部電源或いは内部電源（バッテリー）から供給された直流電力を交流電力に変換し、胴体（車両）に回転可能に取り付けられた回転体（車輪）を駆動する電動機に供給して電動機を駆動しており、直流電力を交流電力に変換するために電力変換装置を備えている。電力変換装置は、車両の運転操作機器が収納された運転室、内燃機関が収納された機関室、物品を載置できる荷台、前後輪の少なくとも一部の周囲を覆う部分のいずれかに設置されている。本発明では、移動体の電力変換装置として、小型でかつ高精度な電力制御が行える上述の電力変換装置を用いたので、移動体の低価格化、燃費の向上、一充電あたりの走行距離の向上、電力変換装置の実装スペースの縮小化などを図ることができる。

【0033】

【発明の実施の形態】

電力変換装置は、負荷に供給される電力を制御するものであり、例えば交流電力を直流電力に変換する整流装置、直流電力を交流電力に変換するインバータ装

置、整流装置とインバータ装置とを組み合わせであって、入力された直流電力を所望の直流電力に変換するDC-DCコンバータ装置などがある。以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

【0034】

(実施例1)

本発明の第1実施例を図1乃至9に基づいて説明する。本実施例では、電動機を唯一の駆動源とする電気自動車の電動機駆動システムに適用されると共に、蓄電手段であるバッテリーから出力された直流電力を3相交流電力に変換して電動機に供給する電力変換装置（インバータ装置）を例にとり説明する。

【0035】

図9は、本実施例の電力変換装置が適用された電動機駆動システムを搭載する電気自動車の概略構成を示す。図において18は車体である。車体18の前部には、車軸20と、車軸20の両端に取り付けられた車輪19a, 19bとを有してなる前輪が回転可能に取り付けられている。車体18の後部には、後輪は、車軸22と、車軸22の両端に取り付けられた車輪21a, 21bとを有してなる後輪が回転可能に取り付けられている。

【0036】

車軸20にはギア23を介して電動機5が機械的に接続されている。電動機5には電力変換装置24が電氣的に接続されており、バッテリー6から供給された直流電力が3相交流電力に変換されて供給される。電力変換装置24には上位制御装置25が電氣的に接続されており、アクセルの踏込みに対応する指令信号などが入力される。

【0037】

図8は、本実施例の電力変換装置が適用された電気自動車の電動機駆動システムのシステム構成を示す。本実施例の電力変換装置は、PWM信号（パルス・ワイド・モジュレーション信号）に基づいてパワー半導体素子7のスイッチング動作（ON・OFF動作）を制御し、バッテリー6から出力された直流電力を3相交流電力に変換して電動機5に供給するパルス幅変調方式のものであり、パワーモジュール16及び制御部26から構成されている。

【0038】

パワーモジュール16は、バッテリー6から出力された直流電力を3相交流電力に変換する変換部であり、パワー半導体素子7及び電流検出器40を有する。パワー半導体素子7には、IGTBとダイオード素子との組み合わせからなるスイッチング素子或いはMOS-FETからなるスイッチング素子を用いている。電流検出器40は、通電導体を作る磁束を磁気検出用半導体素子に直接入力して通電導体に流れる電流を検出するものであり、パワー半導体素子7によって変換された3相交流電力の各相（u相，v相，w相）の電流を検出するために、各相毎に設けられている。

【0039】

制御部26は、パワーモジュール16に設けられたパワー半導体素子7のスイッチング動作（ON・OFF動作）を上位制御装置25の指令信号などに基づいて制御する部分であり、ドライブ回路8，計算機9，制御電源36及びインターフェース回路37を有する。

【0040】

インターフェース回路37は、アクセルの踏込みに対応する指令信号など上位制御装置25から出力された指令信号を受信するものであり、上位制御装置25から入力ポート38を介して入力された指令信号を受信する通信用レシーバIC39Aと、通信用レシーバIC39Aから出力された信号を絶縁するフォトカップラ39Bとを有する。

【0041】

計算機9は、マイコンチップに代表される演算処理用素子で構成されたものであり、インターフェース回路37から出力された信号、電流検出器40から出力された検出信号などに基づいて演算処理を行い、PWM制御信号を生成して出力するものである。

【0042】

ドライブ回路8は、計算機9から出力されたPWM制御信号を昇圧若しくは降圧し、パワーモジュール16に設けられたパワー半導体素子7のスイッチング動作（ON・OFF動作）を制御するドライブ信号としてパワーモジュール16に

出力するものである。

【0043】

制御電源36は、ドライブ回路8、計算機9、電流検出器40及びインターフェース回路37に駆動電力を供給するものであり、バッテリー6から供給された直流電力の電圧値を昇圧或いは降圧させるための電圧制御用素子であるレギュレータICと、レギュレータICの出力を安定化させるための容量素子であるコンデンサと、バッテリー6から絶縁した電源を作り出すための電圧制御用素子であると共に、一次巻線及び二次巻線を有するトランスと、トランスの一次巻線の電圧を二次巻線の電圧に基づいて変化させる手段と、トランスの二次巻線の出力を平滑化させるための整流素子及び容量素子であるダイオード及びコンデンサ3とを有する。

【0044】

バッテリー6から供給された直流電力は、直流用の端子台35Aに保持された直流用のブスバー31Aを介してパワーモジュール16に入力される。一方、上位制御装置25からアクセルの踏込みに対応する指令信号などが制御部26に入力され、インターフェース回路37を介して計算機9に、電流検出器40から出力された検出信号などと共に入力される。計算機9では、入力された信号に基づいて演算処理を実行し、PWM制御信号を生成し、ドライブ回路8に出力する。ドライブ回路8では、PWM制御信号を昇圧若しくは降圧した後、ドライブ信号としてパワーモジュール16に入力する。これにより、パワー半導体素子7のスイッチング動作が制御され、パワーモジュール16に入力された直流電力が3相交流電力に変換される。変換された3相交流電力は、交流用の端子台35Bに保持された交流用のブスバー31Bを介して電動機5に供給される。電動機5は、供給された3相交流電力によって駆動される。

【0045】

図4、図5は、本実施例の電力変換装置に設けられた1相分のパワーモジュールの構成を示す。図6は、本実施例の電力変換装置に設けられた一相分のパワーモジュールの電氣的な回路構成を示す。図7は本実施例の電力変換装置の全体構成を示す。

【0046】

図において30は電力変換装置ケースである。電力変換装置ケース30内にはパワーモジュール16及び制御部26が収納されている。パワーモジュール16は、パワーモジュールベース27及びこの周縁に沿って立設するモジュールケース29から構成された器体が電力変換装置ケース30の底壁上に3相分並設されたものである。

【0047】

パワーモジュールベース27上には、平板状の絶縁部材であるセラミックス基板28が3つ設けられている。セラミックス基板28は、パワーモジュールベース27側の面に固着された積層銅箔製の電極52を介してパワーモジュールベース27上に半田51によって固着されている。セラミックス基板28のパワーモジュールベース27側とは反対側の面には、積層銅箔製の電極52によって形成された配線パターン（或いはアームという）が固着されている。セラミックス基板28の3つのうちの2つのパワーモジュールベース27側とは反対側の面に固着された電極52の上にはパワー半導体素子7が半田51によって固着されている、これにより、正極側の変換回路及び負極側の変換回路を構成する積層体が形成されている。正極側の変換回路及び負極側の変換回路を構成する積層体は、パワーモジュールベース27上において対向するように配置されている。正極側の変換回路及び負極側の変換回路を構成する積層体には、それぞれIGBT7Aとダイオード素子7Bとを電氣的に並列接続してなるパワー半導体素子7が2つ電氣的に並列接続されるように実装されている。

【0048】

正極側の変換回路を構成する積層体では、IGBT7Aのコレクタとダイオード素子7Bのカソードがコレクタ1のアームに、IGBT7Aのエミッタとダイオード素子7Bのアノードがエミッタ1のアームに、IGBT7Aのゲートがゲート1のアームにそれぞれ電氣的に接続されている。コレクタ1のアームには直流用正極側の接続端子11が電氣的に接続されている。エミッタ1のアームには電流検出器40が電氣的に接続されている。

【0049】

負極側の変換回路を構成する積層体では、IGBT7Aのコレクタとダイオード素子7Bのカソードがコレクタ2のアームに、IGBT7Aのエミッタとダイオード素子7Bのアノードがエミッタ2のアームに、IGBT7Aのゲートがゲート2のアームにそれぞれ電氣的に接続されている。エミッタ2のアームには直流用正極側の接続端子12が電氣的に接続されている。コレクタ2のアームには電流検出器40が電氣的に接続されている。

【0050】

セラミック基板28の残りの1つは、正極側の変換回路を構成する積層体と負極側の変換回路を構成する積層体との一方端側に配置されている。セラミック基板28の残りの1つのパワーモジュールベース27側とは反対側の面に固着された電極52の上には電流検出器40が半田51によって固着されている。これにより、電流検出器40を実装する積層体が形成されている。尚、電流検出器40の具体的な構成については後述する。

【0051】

パワーモジュール16の電流検出器40側とは反対側には、直流用正極側のブスバー31Aと機械的に接続される正極側の接続端子11と、直流用負極側のブスバー31Aと機械的に接続される負極側の接続端子12が設けられている。パワーモジュール16の電流検出器40側には、交流用1相分のブスバー31Bと機械的に接続される1相分の接続端子13が設けられている。

【0052】

パワーモジュール16の上方には、平板状の絶縁部材である制御基板55が配置されている。制御基板55の両面には積層銅箔製の電極が固着されており、制御部26を構成するドライブ回路8、計算機9、制御電源36及びインターフェース回路37が電氣的に接続されている。また、制御基板55には、バッファ回路72及び外部接続端子73、パワーモジュール16から上方に突出するパワー半導体素子7の制御端子15及び電流検出器40の接続端子44が電氣的に接続されている。

【0053】

電力変換装置ケース30の底壁の収容体と対応する部分には冷却器34が設け

られている。冷却器43は、冷却媒体である冷却水が流れる冷却水路である。これにより、パワー半導体素子7の発熱はセラミックス基板28、パワーモジュールベース27を介して冷却器34に熱伝達され、冷却器34を流通する冷却水によって冷却される。尚、本実施例では、冷却器43として冷却水路を用いた場合について説明したが、冷却媒体である冷却空気との熱交換が可能な放熱部材（冷却フィン）を用いてもよい。

【0054】

制御基板55の上方には、容量素子であるコンデンサ3が設けられている。コンデンサ3は、パワー半導体素子7のスイッチング動作による直流電圧の変動を抑制するために設けられているものであり、直流用正極側のブスバー31Aと直流用負極側のブスバー31Aとの間に電氣的に接続されている。コンデンサ3には電界コンデンサを用いているが、上記機能を果たすことができる容量素子であればそれに限定される必要はない。

【0055】

接続端子11とコレクタ1のアームとの電氣的な接続、接続導体12とエミッタ2のアームとの電氣的な接続、パワー半導体素子7の極と各アームとの電氣的な接続、電流検出器40とエミッタ1のアーム、コレクタ2のアーム及び接続端子13との電氣的な接続には、接続部材であるアルミワイヤ32によるワイヤボンディング方式が用いられている。

【0056】

図1乃至図3は、本実施例の電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す。電流検出器40は、パワー半導体素子7によって変換されると共に、電動機5に供給される交流電力の電流を検出するものであり、磁気検出部47、検出導体41及び検出電流用電極42から構成されている。磁気検出部47は、検出精度を校正する機能を有するものであり、磁気検出用半導体素子43と、磁気検出用半導体素子43と電氣的に接続された接続端子44、すなわち電源端子65、信号端子70及び校正端子71の一部とをモールド樹脂45によって覆われて構成されている。磁気検出用半導体素子43にはホール素子を用いている。

【0057】

電源端子65は、磁気検出用半導体素子43の駆動用電力を磁気検出用半導体素子43に供給する接続端子44であり、制御部26の制御電源36と電氣的に接続されている。信号端子70は、磁気検出用半導体素子43で検出された結果を伝送する接続端子44であり、制御部26の計算機9と電氣的に接続されている。校正端子71は、検出精度校正用の校正信号を磁気検出用半導体素子43に伝送する接続端子44であり、バッファ回路72を介して制御部26の計算機9と電氣的に接続されている。制御部26の計算機9から出力された校正信号はバッファ回路72で昇圧或いは降圧される。また、電源端子65、信号端子70及び校正端子71は外部接続端子73と電氣的に接続されおり、磁気検出用半導体素子43の駆動用電力及び磁気検出部47の検出精度校正用の校正信号を外部から受けたり、磁気検出用半導体素子43で検出された結果を外部に供給したりすることができる。

【0058】

検出電流用電極42は平板状の導電性部材であり、セラミックス基板28のパワーモジュールベース27側とは反対側の面に固着された電極52上に2つ、間隔をあけて対向配置され、電極52上に半田51によって固着されている。検出電流用電極42の一方が固着された電極52と、検出電流用電極42の他方が固着された電極52は電氣的に非導通である。

【0059】

検出導体41は、検出電流である負荷電流10が流れ、磁気検出部47に検出されるべく磁束を形成する導電性部材であり、検出電流が作る磁束の密度が所定の位置で所定の強さになるよう効率良く集中させかつ所定の位置近傍で磁束密度の変化が緩やかな領域を生成できるように、細長くかつ往復電流が近接し流れるように形成され、間隔をあけて対向配置された検出電流用電極42に電氣的及び機械的に接続されている。

【0060】

具体的には、検出導体41は、検出電流用電極42の一方に垂直に立設する部分、検出電流用電極42の他方に垂直に立設する部分、検出電流用電極42と平

行であり、垂直に立設する部分間を電氣的及び機械的に接続する部分から逆凹状に、すなわちセラミックス基板 2 8 を介してパワーモジュールベース 2 7 上に積層された検出電流用電極 4 2 よりもパワーモジュールベース 2 7 から遠ざかる方向（或いはパワーモジュールベース 2 7，セラミックス基板 2 8 及び検出電流用電極 4 2 の積層方向でパワーモジュールベース 2 7 から検出電流用電極 4 2 に向う方向若しくは上方）に突出するように形成されている。

【 0 0 6 1 】

このように形成された検出導体 4 1 では、検出電流用電極 4 2 に流れる検出電流（パワーモジュールベース 2 7 の載置面と平行な平面上において流れる検出電流）が、パワーモジュールベース 2 7（パワーモジュールベース 2 7 の載置面と平行な平面）から遠ざかる方向（或いはパワーモジュールベース 2 7，セラミックス基板 2 8 及び検出電流用電極 4 2 の積層方向でパワーモジュールベース 2 7 から検出電流用電極 4 2 に向う方向若しくは上方）に流れ、パワーモジュールベース 2 7（パワーモジュールベース 2 7 の載置面と平行な平面）に近づく方向（或いはパワーモジュールベース 2 7，セラミックス基板 2 8 及び検出電流用電極 4 2 の積層方向で検出電流用電極 4 2 からパワーモジュールベース 2 7 に向う方向若しくは下方）に流れる。

【 0 0 6 2 】

検出導体 4 1 のパワーモジュールベース 2 7 との相対的距離はパワー半導体素子 7 のパワーモジュールベース 2 7 との相対的距離よりも大きい。また、検出導体 4 1 は、セラミックス基板 2 8 を介してパワーモジュールベース 2 7 上に積層された検出電流用電極 4 2 よりもパワーモジュールベース 2 7 に対する相対的距離が大きい。

【 0 0 6 3 】

検出導体 4 1 の表面上において検出電流が流れる方向に直交する方向の一方側端部（逆凹状断面の一方側端部）には窪み 4 6（凹部）が設けられている。窪み 4 6 には磁気検出部 4 7 の一部が、接続端子 4 4 が上方（或いはパワーモジュールベース 2 7，セラミックス基板 2 8 及び検出電流用電極 4 2 の積層方向でパワーモジュールベース 2 7 から検出電流用電極 4 2 に向う方向）に延びるように取

納されている。本実施例では、磁気検出部 4 7 を一つ設けた場合について説明したが、検出導体 4 1 の表面上において検出電流が流れる方向に直交する方向の他方側端部（逆凹状断面の他方側端部）にもう一つ磁気検出部を同様に設けて、すなわち対称に設けてバックアップ用としてもよい。

【 0 0 6 4 】

磁気検出部 4 7 の窪み 4 6 との非対向のモールド樹脂 4 5 部分には接着層 5 0 を介して固定治具が 1 箇所当てがわれている。固定治具は、磁気検出部 4 7 のモールド樹脂 4 5 の一部分を囲む（抱く）ように、磁気検出部 4 7 の窪み 4 6 との非対向のモールド樹脂 4 5 部分に検出導体 4 1 が突出して形成されたアーム状の凸部 4 9 である。接着層 5 0 は、磁気検出部 4 7 を押し付ける弾性力を有するもの或いは所定の処理を施すことで硬化し接着する機能を持つものであり、磁気検出部 4 7 と凸部 4 9 とを接着させている。

【 0 0 6 5 】

電流検出器 4 0 の検出精度校正の校正信号は、基準電流を検出導体 4 1 に流して電流検出器 4 0 から得られた結果と基準電流の値との比較に基づいて計算機 9 で生成される。生成された校正信号は、バッファ回路 7 2 で昇圧或いは降圧されてから電流検出器 4 0 に入力される。

【 0 0 6 6 】

本実施例では、計算機 9 で校正信号を生成する場合について説明したが、計算機 9 とは別の計算機を設け、基準電流を検出導体 4 1 に流して電流検出器 4 0 から得られた結果と基準電流の値との比較に基づいて計算機 9 で第 1 校正信号を生成し、計算機 9 とは別の計算機では、基準電流を検出導体 4 1 に流して電流検出器 4 0 から得られた結果と基準電流の値との比較に基づいて第 2 校正信号を生成すると共に、第 2 校正信号と第 1 校正信号とを比較して第 1 校正信号が偽信号と判断した場合、第 1 校正信号に代えて第 2 校正信号を電流検出器 4 0 に出力するようにしてもよい。

【 0 0 6 7 】

本実施例によれば、検出導体 4 1 が作る磁束を磁気検出用半導体素子 4 3 に直接入力して検出導体 4 1 に流れる電流を検出する電流検出器 4 0 を電力変換装置

24に用いたので、従来よりも電流検出器40を小型にでき、電流検出器40を電力変換装置24のパワーモジュール16に内蔵することができる。従って、本実施例によれば、電力変換装置24の内部に電流検出器を設けるスペースが不要となると共に、交流用のブスバー31Bを短く或いは交流用のブスバー31Bを削除さらには交流用の端子台35Bをも削除し、電動機5に電力を供給する配線を直接、接続端子15に接続することができるので、電力変換装置24を小型化することができる。しかも、本実施例によれば、パワーモジュール16の大型化も抑制することができる。

【0068】

また、本実施例によれば、検出導体41とパワーモジュールベース29との相対的距離をパワー半導体素子7とパワーモジュールベース29との相対的距離よりも大きくなるように構成しているので、検出導体41が作る磁束がパワーモジュールベース29に鎖交し、パワーモジュールベース29に渦電流が流れ、検出導体41が作る磁束を打消す反抗磁束がパワーモジュールベース29において生成されることがない。従って、本実施例によれば、磁気検出部47で検出すべき磁束の減少を抑えることができるので、電流検出器40の検出精度の低下を防止することができる。

【0069】

尚、本実施例では、検出導体41とパワーモジュールベース29との相対的距離をパワー半導体素子7とパワーモジュールベース29との相対的距離よりも大きくなるように構成する手段として、上述の検出導体41を備えた例をとり説明したが、検出導体41と対応するパワーモジュールベース29の部分に窪みを設けたり、その部分の厚みを他の部分より小さくしても、同様の効果の得ることができる。

【0070】

また、本実施例によれば、磁気検出部47の少なくとも一部分を検出導体41に設けた窪み46に収納したので、磁気検出用半導体素子43と検出導体41との間の間隔を一定に保つことができる。従って、本実施例によれば、磁気検出用半導体素子43と検出導体41との間にバラツキを生じることがないので、電流

検出器40の検出精度の低下を防止することができる。また、磁気検出部47の位置決めを簡単に行うことができる。従って、本実施例によれば、歩留まりの低下を抑制することができ、電力変換装置24の製造コストの上昇を抑えることができる。

【0071】

また、本実施例によれば、磁気検出部47が設けられた検出導体41を検出電流用電極42、セラミック基板28を介してパワーモジュールベース29上に載置させたので、電流の流通によって検出導体41や検出電流用電極42に発生する熱を、放熱部材であるパワーモジュールベース29を介して放熱することができる。従って、本実施例によれば、磁気検出部47への熱伝達を抑制することができ、磁気検出用半導体素子43をその仕様限界温度以上に上昇させることを防止することができる。これにより、熱による磁気検出用半導体素子43の性能の低下を抑制することができ、電流検出器40の検出精度の低下を防止することができる。また、磁気検出用半導体素子43とモールド樹脂45との線膨張係数の差によって生じる熱応力などによって磁気検出用半導体素子43に生じる永久歪みを抑制することができ、電流検出器40の検出精度の低下を防止することができる。

【0072】

また、本実施例によれば、所定位置の磁束密度を高めることができるので、検出電流以外からの磁束流入によるノイズ成分と検出成分とのS/N比を向上させることができる。従って、本実施例によれば、電流検出器40の検出精度の低下を防止することができる。

【0073】

また、本実施例によれば、熱変形に弱い磁気検出部47と検出導体41とを分けてパワーモジュール16に実装することが可能である。まず、パワー半導体素子7が半田付けされる高温かつ数分間という長い半田プロセスを用いて検出導体41をセラミックス基板28の電極52に半田付けする。この後、検出導体41に形成された窪み46に磁気検出部47を差し込み、磁気検出部47の窪み46との非対向のモールド樹脂45部分に接着層50を介して凸部49を当てがって

磁気検出部47を検出導体41に固定する。従って、本実施例によれば、半田プロセスを避けて磁気検出部47を検出導体41に固定することができるので、半田プロセスの熱応力による磁気検出部47の信頼性及び精度の低下を避けることができる。

【0074】

また、本実施例によれば、検出精度の校正機能をもった電流検出器40を用いており、その校正を行わせる校正信号を計算機で生成しているので、電力変換装置24の組立時に生じる磁気検出部47と検出導体41との位置ズレによる検出誤差や制御電源36の誤差により生じる電流検出器40の検出誤差を計算機9で校正することができる。従って、本実施例によれば、電流検出器40の初期不良によるパワーモジュール16及び電力変換装置24の歩留まりの低下を防ぐことができる。

【0075】

また、本実施例によれば、計算機9とは別の計算機を設け、計算機9の校正内容を検証させているので、電流検出器40の信頼性をさらに向上させることができる。

【0076】

また、本実施例によれば、小型でかつ高精度な電力制御が行える電力変換装置24を提供することができるので、その電力変換装置24を用いた電気自動車の電動機駆動システムでは、システムの小型化、低価格化、信頼性の向上などを図ることができる。また、その電力変換装置24を用いた電気自動車では、電気自動車の低価格化、一充電あたりの走行距離の向上、電力変換装置の実装スペースの縮小化などを図ることができる。

【0077】

(実施例2)

次に、本発明の第2実施例を図10乃至12に基づいて説明する。図10乃至12は、本実施例の電力変換装置に設けられた電流検出器の構成を示す。本実施例は第1実施例の変形例である。本実施例では、樹脂絶縁層と積層銅箔からなる積層配線54が複数積層されたプリント配線基板53上に磁気検出用半導体素子

4 3 が固着されると共に、磁気検出用半導体素子 4 3 と積層配線 5 4 とがアルミワイヤによって電氣的に接続され、かつ接続端子 4 4 と積層配線 5 4 とが電氣的に接続された磁気検出部 4 7 を備えている。磁気検出用半導体素子 4 3 はモールド樹脂 4 5 によって覆われている。

【 0 0 7 8 】

積層配線 5 4 は、例えば同一配線層に引き回すと共に、異なる配線層に積層配線 5 4 の大凡全体が重なるような幅の広いシールド電極を設けて配置する。或いは積層配線 5 4 の幾つかを異なる配線層に配置すると共に、積層配線 5 4 が全域に渡り重なるように配置する。後者の場合、積層配線 5 4 間にチップコンデンサ 5 6 などの電子部品を搭載することができる。

【 0 0 7 9 】

検出導体 4 1 には、第 1 実施例と同様に窪み 4 6 が設けられている。窪み 4 6 には磁気検出部 4 7 の一部が、接続端子 4 4 が第 1 実施例と同様の方向に延びるように収納されている。

【 0 0 8 0 】

磁気検出部 4 7 の窪み 4 6 との非対向のプリント配線基板 5 3 部分には接着層 5 0 を介して固定治具が 2 箇所当てがわれている。固定治具は、プリント配線基板 5 3 の一部分を囲む（抱く）ように、磁気検出部 4 7 の窪み 4 6 との非対向のプリント配線基板 5 3 部分に検出導体 4 1 が突出して形成されたアーム状の凸部 4 9 である。接着層 5 0 は、磁気検出部 4 7 を押し付ける弾性力を有するもの或いは所定の処理を施すことで硬化し接着する機能を持つものであり、プリント配線基板 5 3 と凸部 4 9 とを接着させている。その他の構成は第 1 実施例と同様であり、その具体的な説明は省略する。

【 0 0 8 1 】

本実施例によれば、第 1 実施例と同様の効果を達成できると共に、プリント配線板 5 3 の積層配線 5 4 と電氣的に接続された接続端子 4 4 の形状を自由に変更することができる。従って、本実施例によれば、制御部 2 6 の制御基板 5 5 との接続方式の自由度を向上することができ、例えばコネクタによる接続も容易に実施することができる。

【0082】

また、本実施例によれば、同一配線層に引き回すと共に、異なる配線層に積層配線54の大凡全体が重なるような幅の広いシールド電極を設けて積層配線54を配置したり、積層配線54の幾つかを異なる配線層に配置すると共に、積層配線54が全域に渡り重なるように配置したりするので、制御基板55の回路配線などで作られる電氣的な環状結線内に鎖交する磁束（ノイズ）を低減することができ、磁気検出用半導体素子43の近接にチップコンデンサ56などのノイズ対策部品を配置することができる。従って、本実施例によれば、電流検出器40の検出精度を向上させることができる。

【0083】

(実施例3)

次に、本発明の第3実施例を図13乃至図15に基づいて説明する。図13乃至図15は、本実施例の電力変換装置に設けられた電流検出器の構成を示す。本実施例は第1実施例の変形例である。本実施例では、第1実施例と同様に構成された磁気検出部47を有し、この一部を、接続端子44が第1実施例と同様の方向に延びるように、第1実施例と同様に設けられた検出導体41の窪み46に収納している。

【0084】

検出導体41には、凹凸部58を有する略コ字状の樹脂成形体57の下片部分が、検出導体41の磁気検出部47側とは反対側から検出導体41の空洞部に挿入され、検出導体41の検出電流用電極42と平行な部分を挟み込むように検出導体41と噛み合っている。樹脂成形体57の下片部分の先端には爪部59が形成されている。爪部59の爪状突起部は、磁気検出部47の窪み46との非対向のモールド樹脂45部分に接着層50を介して当てがわれ、磁気検出部47を固定している。樹脂成形体57の上片部分の先端には接続端子44が嵌め込み可能な凹部が形成されている。樹脂成形体57の上片部分の先端の凹部には接続端子44が嵌め込まれ、接続端子44を支持している。樹脂成形体57は磁気検出部47の固定治具である。その他の構成は第1実施例と同様であり、その具体的な説明は省略する。

【0085】

このように構成された電流検出器40では、パワー半導体素子7が半田付けされる高温かつ数分間という長い半田プロセスを用いて検出導体41をセラミックス基板28の電極52に半田付けする。この後、樹脂成形体57に形成された凹凸部58を用いて樹脂成形体57を検出導体41に挿入し、樹脂成形体57と検出導体41とを噛み合わせる。この後、検出導体41に形成された窪み46に磁気検出部47を差し込み、磁気検出部47の窪み46との非対向のモールド樹脂45部分に接着層50を介して樹脂成形体57の爪部59の爪状突起部を当てがって磁気検出部47を検出導体41に固定する。

【0086】

本実施例によれば、第1実施例と同様の効果を達成できると共に、樹脂成形体57に磁性体粉末などを混ぜ合わせ、検出導体41と共に樹脂成形体57で磁気回路を構成することにより、磁気検出部47に入力される磁束量を向上させることができる。従って、本実施例によれば、電流検出器40の検出感度をさらに向上させることができる。

【0087】

(実施例4)

次に、本発明の第4実施例を図16乃至図18に基づいて説明する。図16乃至図18は、本実施例の電力変換装置に設けられた電流検出器の構成を示す。本実施例は第1実施例の変形例である。本実施例では、第1実施例と同様に構成された磁気検出部47を有し、この一部を、接続端子44が第1実施例と同様の方向に延びるように、第1実施例と同様に設けられた検出導体41の窪み46に収納している。

【0088】

接続端子44は、磁気検出用半導体素子43が実装された平面に対して検出導体41側とは反対側に角度 θ を持つように曲げられてから上方（或いはパワーモジュールベース27、セラミックス基板28及び検出電流用電極42の積層方向でパワーモジュールベース27から検出電流用電極42に向う方向）に延びている。

【 0 0 8 9 】

本実施例によれば、第 1 実施例と同様の効果を達成できると共に、検出電流の通電によって作られる磁束が、検出導体 4 1 に近接して配置される接続端子 4 4 と制御基板 5 5 の回路配線などで作られる電気的な環状結線内に鎖交し、低減されることを抑制することができる。従って、本実施例によれば、電流検出器 4 0 の検出精度を向上させることができる。

【 0 0 9 0 】

(実施例 5)

次に、本発明の第 5 実施例を図 1 9、図 2 0 に基づいて説明する。図 1 9、図 2 0 は、本実施例の電力変換装置に設けられた電流検出器の構成を示す。本実施例は第 1 実施例の変形例である。本実施例では、セラミック基板 2 8 の電極 5 2 が固着される面を 2 等分線によって左右対称に 2 等分し、電極 5 2 が 2 等分線を面对称軸として左右対称に配置されるように、かつ左右の電極 5 2 が連続しないように、電極 5 2 をセラミック基板 2 8 上に設けている。

【 0 0 9 1 】

電極 5 2 には、検出電流が流れる流路を狭くするくびれ部 6 1 が 2 等分線を面对称軸として左右対称に配置されるように設けられている。電極 5 2 上には、第 1 実施例と同様に構成された電流検出器 4 0 が 2 等分線を面对称軸としてその軸上に左右対称に配置されるように、電流検出器 4 0 の検出電流用電極 4 2 が半田によって固着されている。くびれ部 6 1 は電流検出器 4 0 の上流側及び下流側の近傍に配置されている。

【 0 0 9 2 】

セラミック基板 2 8 の左側に設けられた電極 5 2 はアルミワイヤ 3 2 を介してパワー半導体素子 7 の変換回路と電気的に接続されている。セラミック基板 2 8 の右側に設けられた電極 5 2 はリード端子 6 0 を介して接続端子 1 5 と電気的に接続されている。この他の構成は第 1 実施例と同様であるので、その詳細な説明は省略する。

【 0 0 9 3 】

本実施例によれば、第 1 実施例と同様の効果を達成できると共に、セラミック

基板 2 8 の 2 等分線を面对称軸として左右対称に配置されるように、電極 5 2 及電流検出器 4 0 を設け、かつ 2 等分線を面对称軸として左右対称に配置されるように、くびれ部 6 1 を電極 5 2 に設けているので、検出導体 4 1 に流通する検出電流の分布が 2 等分線を面对称軸として左右対称になるように制御することができる。従って、本実施例によれば、小形化によってパワーモジュール 1 6 内の配線が複雑になって配線内に電流集中が生じ、検出導体 4 1 における電流密度が不均一になることを抑制することができ、電流検出器 4 0 の検出精度を向上させることができる。

【 0 0 9 4 】

(実施例 6)

次に、本発明の第 6 実施例を図 2 1、図 2 2 に基づいて説明する。図 2 1、図 2 2 は、本実施例の電力変換装置に設けられた電流検出器の構成を示す。本実施例では、セラミック基板 2 8 の電極 5 2 が固着される面を 2 等分線によって左右対称に 2 等分し、電極 5 2 が 2 等分線を面对称軸として左右対称に配置され、かつ左右の電極 5 2 が連続する電流流路となるように、電極 5 2 をセラミック基板 2 8 上に設けている。

【 0 0 9 5 】

電極 5 2 には、検出電流が流れる流路を狭くするくびれ部 6 1 が 2 等分線を面对称軸として左右対称に、かつ左側の電極 5 2 (検出電流の上流側) から右側の電極 5 2 (検出電流の下流側) に連続するように設けられ、検出導体 4 1 が形成されている。セラミック基板 2 8 上には、電流検出器を構成する磁気検出部 4 7 が接着層 5 0 を介して固着されている。磁気検出部 4 7 は、その一部がくびれ部 6 1 に収納されるように、かつ 2 等分線を面对称軸としてその軸上に左右対称に配置されるように、検出導体 4 1 に近接配置されている。

【 0 0 9 6 】

磁気検出部 4 7 は、磁気検出用半導体素子 4 3 と、磁気検出用半導体素子 4 3 に電氣的に接続されたパッド 6 2 がモールド樹脂 4 5 によって覆われたものである。パッド 6 2 は導電性の電極部材であり、モールド樹脂 4 5 の外表面に露出している。パッド 6 2 は、セラミック基板 2 8 上に固着された電極 5 2 にアルミワ

イヤを介して接続されている。セラミック基板 28 の左側に設けられた電極 52 はアルミワイヤ 32 を介してパワー半導体素子 7 の変換回路と電氣的に接続されている。セラミック基板 28 の右側に設けられた電極 52 はリード端子 60 を介して接続端子 15 と電氣的に接続されている。尚、56 はチップコンデンサである。

【0097】

セラミック基板 28 には、検出導体 41 及び磁気検出部 47 に近接する自層及び他層の配線が無い無配線領域 64 が設けられている。検出導体 41 及び磁気検出部 47 と対応するパワーモジュールベース 27 部分には膨込み部 63 (或いは窪み) が設けられている。これにより、検出導体 41 及び磁気検出部 47 と対応するパワーモジュールベース 27 部分の厚みはその他の部分の厚みより小さくなっている。従って、検出導体 41 及び磁気検出部 47 とのパワーモジュールベース 27 との相対的距離はパワー半導体素子 7 とパワーモジュールベース 27 との相対的距離よりも大きい。

【0098】

本実施例によれば、検出導体 41 及び磁気検出部 47 に近接する自層及び他層の配線無くすると共に、検出導体 41 及び磁気検出部 47 と対応するパワーモジュールベース 27 部分に膨込み部 63 を設けたので、検出電流が作る磁束が検出導体 41 以外の配線導体、セラミック基板 28 の接続用の半田 51 及びパワーモジュールベース 27 に鎖交し、配線導体、セラミック基板 28 の接続用の半田 51 及びパワーモジュールベース 27 に渦電流が流れ、渦電流によって反抗磁束が生成され、検出電流が作る磁束が反抗磁束によって相殺されることを抑制することができる。従って、本実施例によれば、電流検出器の検出精度を向上させることができる。

【0099】

(実施例 7)

次に、本発明の第 7 実施例を図 23 乃至図 25 に基づいて説明する。図 23 乃至図 25 は、本実施例の電力変換装置に設けられた電流検出器の構成を示す。本実施例は第 1 実施例の変形例である。本実施例では、第 1 実施例と同様に構成さ

れた磁気検出部 4 7 を有し、この一部を、接続端子 4 4 が第 1 実施例と同様の方向に延びるように、第 1 実施例と同様に設けられた検出導体 4 1 の窪み 4 6 に収納している。

【0100】

磁気検出部 4 7 の窪み 4 6 との非対向のモールド樹脂 4 5 部分には接着層 5 0 を介して固定治具が当てがわれている。固定治具は電極一体樹脂成形体 7 4 であり、磁気検出部 4 7 の検出導体 1 1 側とは反対側に配置されたステップ部分、ステップ部分から検出導体 1 1 の磁気検出部 4 7 側とは反対側に延びるアーム部分から構成されている。電極一体樹脂成形体 7 4 のステップ部分の低部側には、その外表面に露出するようにパット 6 2 が複数設けられている。パット 6 2 のそれぞれには、電極一体樹脂成形体 7 4 のステップ部分の形状に沿うように複数埋め込まれたインサート電極 7 6 の一端が電氣的に接続されている。インサート電極 7 6 の他端は、電極一体樹脂成形体 7 4 のステップ部分の高部側において外表面から突出しており、対応する接続端子 4 4 と半田 5 1 により接続されている。パット 6 2 は導電性の電極部材であり、アルミワイヤ 3 2 のボンディングが可能な平坦なものである。

【0101】

電極一体樹脂成形体 7 4 のアーム部分は、検出導体 4 1 の立設する部分を取り囲むように、ステップ部分から検出導体 1 1 の磁気検出部 4 7 側とは反対側に延びて検出導体 4 1 を挟みすると共に、接着層 5 0 を介して検出電流用電極 4 2 に固着されている。

【0102】

このように構成された電流検出器 4 0 では、パワー半導体素子 7 が半田付けされる高温かつ数分間という長い半田プロセスを用いて検出導体 4 1 をセラミックス基板 2 8 の電極 5 2 に半田付けする。この後、電極一体樹脂成形体 7 4 を検出導体 4 1 に装着する。この後、検出導体 4 1 に形成された窪み 4 6 に磁気検出部 4 7 を差し込み、磁気検出部 4 7 の窪み 4 6 との非対向のモールド樹脂 4 5 部分に接着層 5 0 を介して電極一体樹脂成形体 7 4 を固着する。

【0103】

本実施例によれば、第 1 実施例と同様の効果を達成できると共に、磁気検出部 4 7 の接続端子 4 4 を直接に制御基板 5 5 と接続しないので、アルミワイヤ 3 2 やアルミワイヤ 3 2 に接続されたパワーモジュール 1 6 内の配線にて自由な位置に引き回すことができ、制御基板 5 5 との接続位置を電流検出部 4 7 の位置に関係なくレイアウトでき、磁気検出部 4 7 と検出導体 4 1 との間の距離を効率良く高精度化することができる。

【 0 1 0 4 】

(実施例 8)

次に、本発明の第 8 実施例を図 2 6 乃至図 3 1 に基づいて説明する。図 2 6 乃至図 3 0 は、本実施例の電力変換装置に設けられた電流検出器の構成を示す。図 3 1 は本実施例の電力変換装置の構成を示す。電力変換装置 2 4 で用いられる交流用の端子台 3 5 B は、電気負荷である電動機 5 に交流電力を供給する配線を電力変換装置 2 4 に接続する端子であり、配線を接続するための電極板 6 と、配線を固定するための締め付けネジ部 6 7 と、電極板 6 6 を固定する樹脂部 6 8 と、電力変換装置 2 4 に内蔵された計算機 9 及びパワー半導体素子 7 を制御するドライバ回路 8、コンデンサ 3、パワーモジュール 1 6 が接続される制御基板 5 5 の所定の配線と接続される引出電極 6 9 とを有している。電極板 6 6 と配線が接触する面は樹脂部 6 8 表面に露出している。電極板 6 6 及び引出電極 6 9 の一部は樹脂部 6 8 に内蔵されて固定されている。電極板 6 6 と引出電極 6 9 は同一の樹脂部 6 8 に等間隔にて配置されている。

【 0 1 0 5 】

本実施例では、第 1 実施例と同様に構成された磁気検出部 4 7 を有し、この一部を、引出電極 6 9 の表面の一部に設けた窪み 4 6 に収納している。検出電流を集中させるために引出電極 6 9 の幅は一部細められている。磁気検出部 4 7 の窪み 4 6 との非対向のモールド樹脂 4 5 部分には接着層 5 0 を介して固定治具が当てがわれている。固定治具は、磁気検出部 4 7 のモールド樹脂 4 5 の一部分を囲む（抱く）ように、磁気検出部 4 7 の窪み 4 6 との非対向のモールド樹脂 4 5 部分に引出電極 6 9 が突出して形成されたアーム状の凸部 4 9 である。接着層 5 0 は、磁気検出部 4 7 を押し付ける弾性力を有するもの或いは所定の処理を施すこ

とで硬化し接着する機能を持つものであり、磁気検出部 47 と凸部 49 とを接着させている。

【0106】

本実施例によれば、電流検出器 40 を交流用の端子台 35B の引出電極 69 の一部に備えたので、電力変換装置 24 の負荷電流 10 が流れる配線部に新たに電流検出器 40 専用の配線を設ける必要がない。従って、本実施例によれば、検出導体 41 を内蔵することによるパワーモジュール 16 の大型化や大型化に伴なうコストの上昇を押さえることができる。

【0107】

また、本実施例によれば、計算機 9 及びパワー半導体素子 7 を制御するドライブ回路 8 が実装される制御基板 55 から検出導体 41 を取り去ることができるので、制御基板 55 のサイズを小形化することができる。

【0108】

また、本実施例によれば、磁気検出部 47 の検出結果に重畳する検出導体 41 の周辺回路からの磁気的なノイズ成分を低減することができるので、電流検出器 40 の検出精度を向上させることができる。

【0109】

(実施例 9)

次に、本発明の第 9 実施例を図 32 に基づいて説明する。図 32 は本実施例の電力変換装置の構成を示す。本実施例は第 1 実施例の変形例である。本実施例では、電力変換装置 24 内に負荷電流 10 を検出する電流検出器 40 以外に新たに外来磁気検出器 48 を電流検出器 40 近傍に設け、外来磁気検出器 48 の向きを磁気検出部 47 と同方向となるよう制御基板 55 上に配置している。磁気検出部 47 と外来磁気検出器 48 との検出結果は、計算機 9 に入力されて引き合わせられる。尚、本実施例では、磁気検出部 47 と外来磁気検出器 48 との検出結果を計算機 9 に入力して引き合わせたが、磁気検出部 47 と外来磁気検出器 48 との検出結果を引き合わせる回路を別途設けてもよい。

【0110】

本実施例によれば、電流検出器 40 が電力変換装置 24 の外部から放射された

強磁界と検出電流が作り出す磁界の和を検出し、外来磁気検出器 48 が電力変換装置 24 の外部から放射された強磁界を検出し、電流検出器 40 の出力と外来磁気検出器 48 の出力を引き合わせることで、電流検出器 40 の外来磁界による誤検出値を補正できると共に、外来磁気検出器 48 が所定値以上の外来磁界を検出した場合には、その検出をもって電力変換装置 24 の運転を制限或いは停止することができる。従って、本実施例によれば、外来磁気ノイズが原因の誤検出による影響を抑制することができるので、電力変換装置 24 の信頼性を向上させることができる。

【0111】

(実施例 10)

次に、本発明の第 10 実施例を図 33 に基づいて説明する。図 33 は、前述した第 1 乃至 9 実施例のいずれかの電力変換装置を適用した電動機駆動システムを搭載するハイブリッド自動車の概略構成を示す。ハイブリッド自動車は、内燃機関 17 と電動機 5 を切り替えて一方の車輪を駆動するものである。車軸 20 にはギア 23 を介して内燃機関 17 が機械的に接続されている。内燃機関 17 には電動機 5 が機械的に接続されている。この他の構成は第 1 実施例の電気自動車と同様であり、その詳細な説明は省略する。

【0112】

本実施例によれば、小型でかつ高精度な電力制御が行える第 1 乃至 9 実施例のいずれかの電力変換装置 24 を用いたので、ハイブリッド自動車の電動機駆動システムとしては、システムの小型化、低価格化、信頼性の向上などを図ることができる。また、ハイブリッド自動車としては、低価格化、燃費の向上、一充電あたりの走行距離の向上、電力変換装置の実装スペースの縮小化などを図ることができる。

【0113】

(実施例 11)

次に、本発明の第 11 実施例を図 34 に基づいて説明する。図 34 は、前述した第 1 乃至 9 実施例のいずれかの電力変換装置を適用した電動機駆動システムを搭載する電動四駆式の自動車の概略構成を示す。電動四駆式の自動車は、内燃機

関 1 7 を主駆動源として車輪を駆動し、電動機 5 を副駆動源（アシスト用）として他方の車輪を駆動するものである。車軸 2 0 にはギア 2 3 を介して内燃機関 1 7 が機械的に接続されている。車軸 2 2 にはギア 2 3 を介して電動機 5 が機械的に接続されている。その他の構成は第 1 実施例の電気自動車と同様であり、その詳細な説明は省略する。

【 0 1 1 4 】

本実施例によれば、小型でかつ高精度な電力制御が行える第 1 乃至 9 実施例のいずれかの電力変換装置 2 4 を用いたので、電動四駆式の自動車の電動機駆動システムとしては、システムの小型化、低価格化、信頼性の向上などを図ることができる。また、電動四駆式の自動車としては、低価格化、燃費の向上、電力変換装置の実装スペースの縮小化などを図ることができる。

【 0 1 1 5 】

（実施例 1 2）

次に、本発明の第 1 2 実施例を図 3 5 に基づいて説明する。図 3 5 は、前述した第 1 乃至 9 実施例のいずれかの電力変換装置を適用した太陽光発電システムの構成を示す。太陽光発電システムは、太陽電池で得られた直流電力をバッテリー 6 に蓄えている。バッテリー 6 に蓄えられた直流電力は、電力変換装置 2 4 で交流電力に変換され、電源系統に供給される。電力変換装置 2 4 の構成は、前述した第 1 実施例の電動機駆動システムとほぼ同様であるので、その詳細な説明は省略する。

【 0 1 1 6 】

本実施例によれば、小型でかつ高精度な電力制御が行える第 1 乃至 9 実施例のいずれかの電力変換装置 2 4 を用いたので、太陽光発電システムの小型化、低価格化、信頼性の向上などを図ることができる。尚、本実施例では、太陽電池を用いた太陽光発電システムを例にとり説明したが、燃料電池を用いた燃料電池システムなどにも適用することができる。

【 0 1 1 7 】

（実施例 1 3）

次に、本発明の第 1 3 実施例を図 3 6 に基づいて説明する。図 3 6 は、前述し

た第1乃至9実施例のいずれかの電力変換装置を適用した電力システムの構成を示す。本実施例の電力システムは、商用電源4から供給された交流電力を電力変換装置のコンバータ部1で直流電力に平滑し、この直流電力を電力変換装置のインバータ部2で所定の電圧と所定の周波数の交流電力に変換して電気負荷、例えば電動機5に供給する電動機駆動システムである。電力変換装置は、ダイオードなどの整流素子から構成されたコンバータ部1（順変換部）と、PWM（パルス・ワイド・モジュレーション：パルス幅変調）制御方式のインバータ部2（逆変換部）と、コンバータ部1とインバータ部2との間の直流部に接続された平滑用のコンデンサ3（キャパシタ）が電氣的に接続されて電力変換装置ケース30内に収納されている。インバータ部2は、前述した第1乃至9実施例のいずれかの電力変換装置と同様に構成されている。従って、インバータ部2の詳細な説明は省略する。

【0118】

本実施例によれば、インバータ部2の構成として、小型でかつ高精度な電力制御が行える第1乃至9実施例のいずれかの電力変換装置と同様の構成を用いたので、電力システム、例えば電動機駆動システムの小型化、低価格化、信頼性の向上などを図ることができる。

【0119】

【発明の効果】

以上説明した本発明によれば、小型でかつ高精度な電流検出が行える電流検出器を備えたので、小型でかつ高精度な電力制御が行える電力変換装置及びそれをそえた電力システム並びに移動体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す正面の平面図である。

【図2】

本発明の第1実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す上面の平面図である。

【図 3】

本発明の第 1 実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す側面の平面図である。

【図 4】

本発明の第 1 実施例である電力変換装置のパワーモジュール（1 相分）の内部構成を示す平面図である。

【図 5】

本発明の第 1 実施例である電力変換装置のパワーモジュール（1 相分）の内部構成を示すものであり、図 4 の A - A' 断面を示す断面図である。

図。

【図 6】

本発明の第 1 実施例である電力変換装置のパワーモジュール（1 相分）の電気的な回路構成を示す回路図である。

【図 7】

本発明の第 1 実施例である電力変換装置の内部構成を示す断面図である。

【図 8】

本発明の第 1 実施例である電力変換装置が適用された電気自動車の電動機駆動システムの構成を示すシステムブロック図である。

【図 9】

本発明の第 1 実施例である電力変換装置が適用された電動機駆動システムを搭載する電気自動車の概略構成を示すブロック図である。

【図 1 0】

本発明の第 2 実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す正面の平面図である。

【図 1 1】

本発明の第 2 実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す上面の平面図である。

【図 1 2】

本発明の第 2 実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流

検出器の構成を示す側面の平面図である。

【図 1 3】

本発明の第 3 実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す正面の平面図である。

【図 1 4】

本発明の第 3 実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す上面の平面図である。

【図 1 5】

本発明の第 3 実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す側面の平面図である。

【図 1 6】

本発明の第 4 実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す正面の平面図である。

【図 1 7】

本発明の第 4 実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す上面の平面図である。

【図 1 8】

本発明の第 4 実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す側面の平面図である。

【図 1 9】

本発明の第 5 実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す正面の平面図である。

【図 2 0】

本発明の第 5 実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す上面の平面図である。

【図 2 1】

本発明の第 6 実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す上面の平面図である。

【図 2 2】

本発明の第 6 実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示すものであり、図 2 1 の B - B' 断面を示す断面図である。

【図 2 3】

本発明の第 7 実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す正面の平面図である。

【図 2 4】

本発明の第 7 実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す上面の平面図である。

【図 2 5】

本発明の第 7 実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す側面の平面図である。

【図 2 6】

本発明の第 8 実施例である電力変換装置の端子台に設けられた電流検出器の構成を示す正面の平面図である。

【図 2 7】

本発明の第 8 実施例である電力変換装置の端子台に設けられた電流検出器の構成を示す上面の平面図である。

【図 2 8】

本発明の第 8 実施例である電力変換装置の端子台の構成を示す正面の平面図である。

【図 2 9】

本発明の第 8 実施例である電力変換装置の端子台の構成を示す上面の平面図である。

【図 3 0】

本発明の第 8 実施例である電力変換装置の端子台の構成を示す側面の平面図である。

【図 3 1】

本発明の第 8 実施例である電力変換装置の構成を示す断面図である。

【図 3 2】

本発明の第9実施例である電力変換装置の構成を示す断面図である。

【図33】

本発明の第10実施例であり、第1乃至9実施例の電力変換装置を適用した電動機駆動システムを搭載するハイブリッド自動車の概略構成を示すブロック図である。

【図34】

本発明の第11実施例であり、第1乃至9実施例の電力変換装置を適用した電動機駆動システムを搭載する電動四駆式の自動車の概略構成を示すブロック図である。

【図35】

本発明の第12実施例であり、第1乃至9実施例の電力変換装置を適用した太陽光発電システムの構成を示すブロック図である。

【図36】

本発明の第12実施例であり、第1乃至9実施例の電力変換装置を適用した電力システムの構成を示すブロック図である。

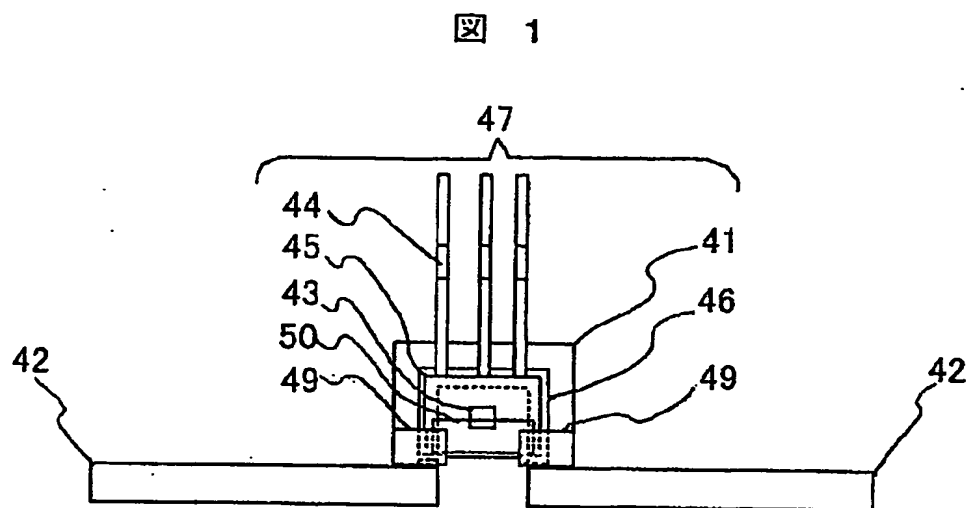
【符号の説明】

1…コンバータ部、2…インバータ部、3…コンデンサ、4…商用電源、5…電動機、6…バッテリー、7…パワー半導体素子、8…ドライバ回路、9…計算機、10…負荷電流、11～13, 44…接続端子、15…制御端子、16…パワーモジュール、17…内燃機関、18…車体、19a, 19b, 21a, 21b…車輪、20, 22…車軸、23…ギア、24…電力変換装置、25…上位制御装置、26…制御部、27…パワーモジュールベース、28…セラミックス基板、29…モジュールケース、30…電力変換装置ケース、31A, 31B…ブスバー、32…アルミワイヤ、34…冷却器、35A, 35B…端子台、36…制御電源、37…インターフェース回路、38…入力ポート、39A…通信用レシーバIC、39B…フォトカプラ、40…電流検出器、41…検出導体、42…検出電流用電極、43…磁気検出半導体、45…モールド樹脂、46…凹部、47…磁気検出部、48…外来磁気検出器、49…凸部、50…接着層、51…半田、52…電極、53…プリント配線基板、54…積層配線、55…制御基板

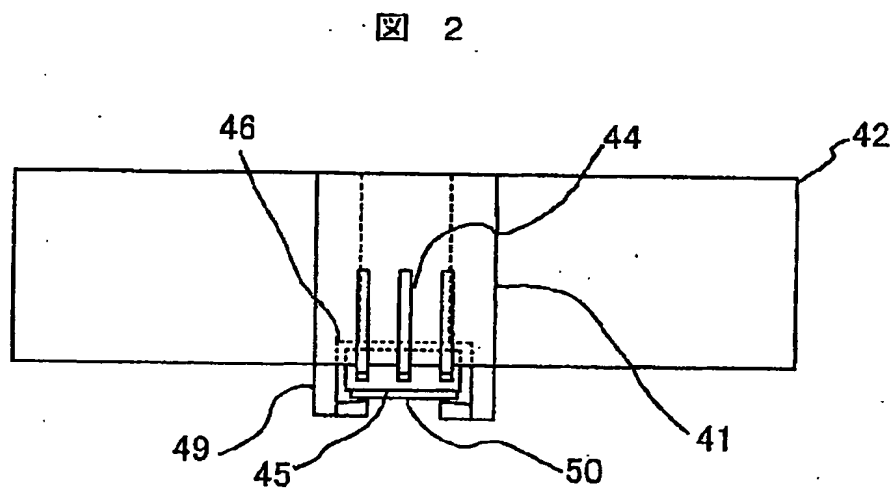
、56…チップコンデンサ、57…樹脂成形体、58…凹凸部、59…爪部、
60…リード端子、61…くびれ部、62…パッド、63…膨込み部、64…無
配線領域、65…電源端子、66…電極板、67…締め付けネジ部、68…樹脂
部、69…引出電極、70…信号端子、71…校正端子、72…バッファ回路、
73…外部接続端子、74…電極一体樹脂成形体、76…インサート電極。

【書類名】 図面

【図 1】

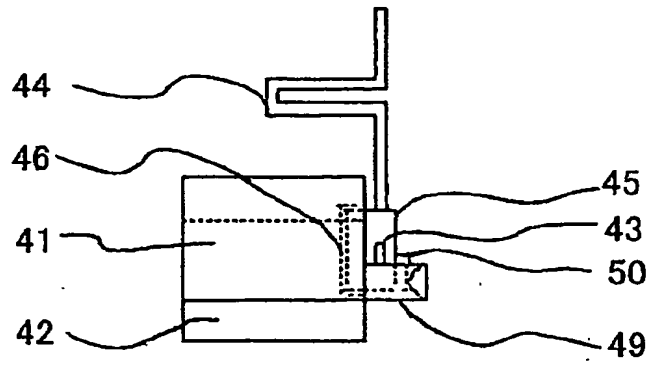


【図 2】



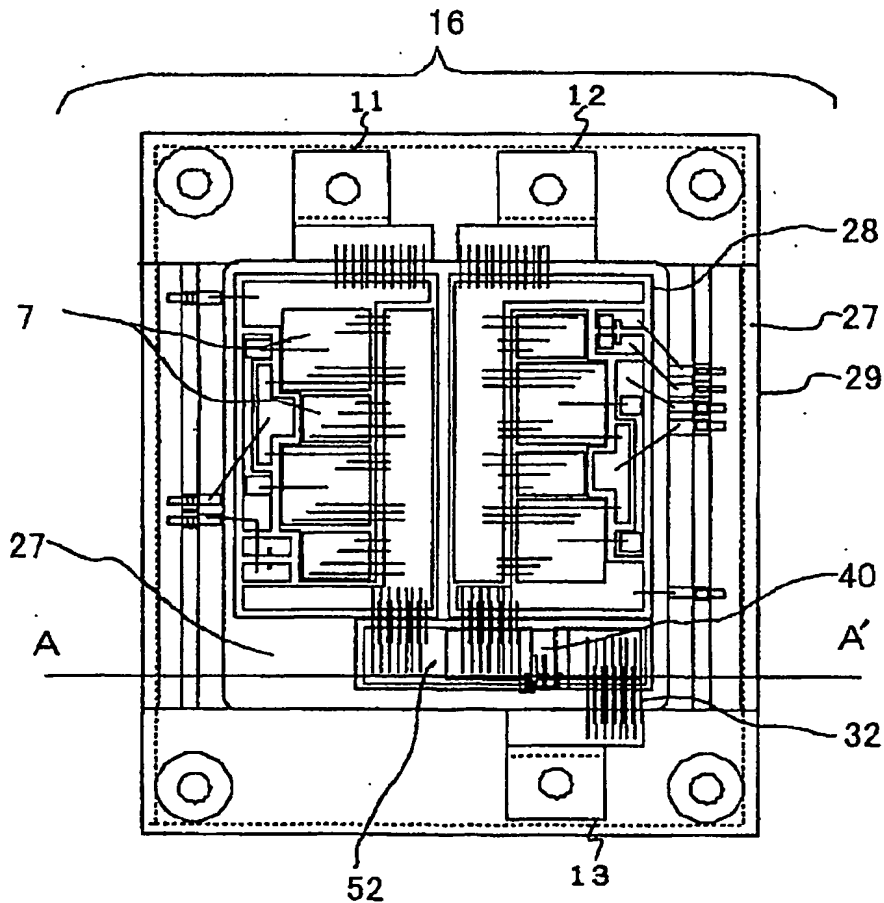
【図3】

図 3



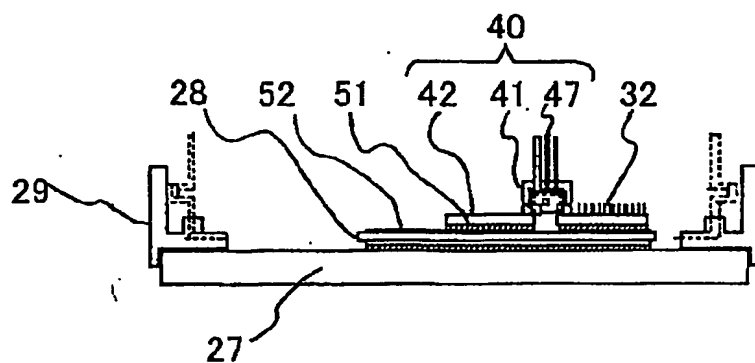
【図4】

図 4



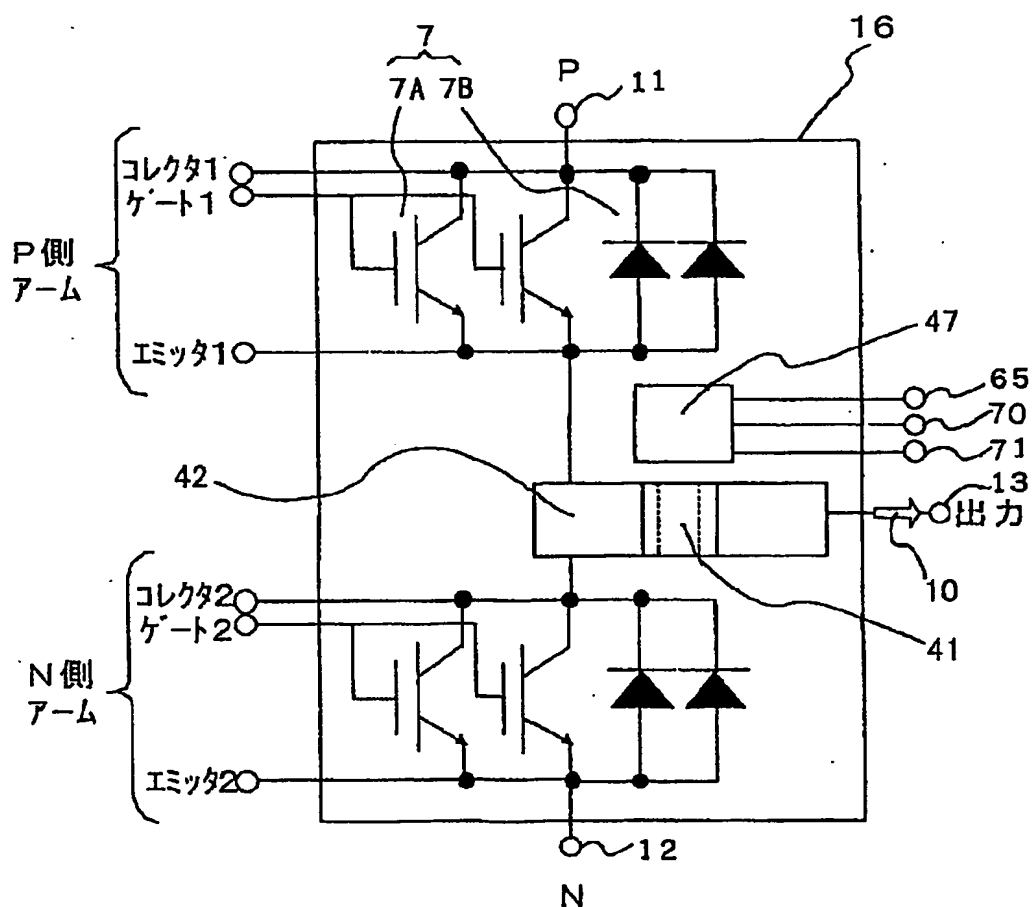
【図5】

図 5



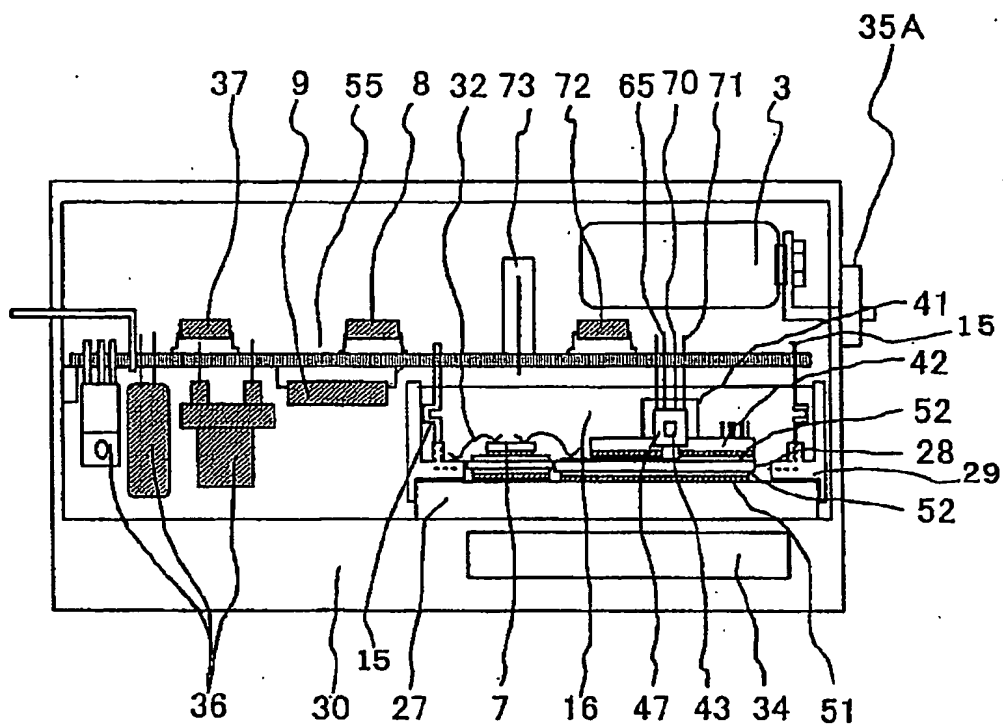
【図6】

図 6



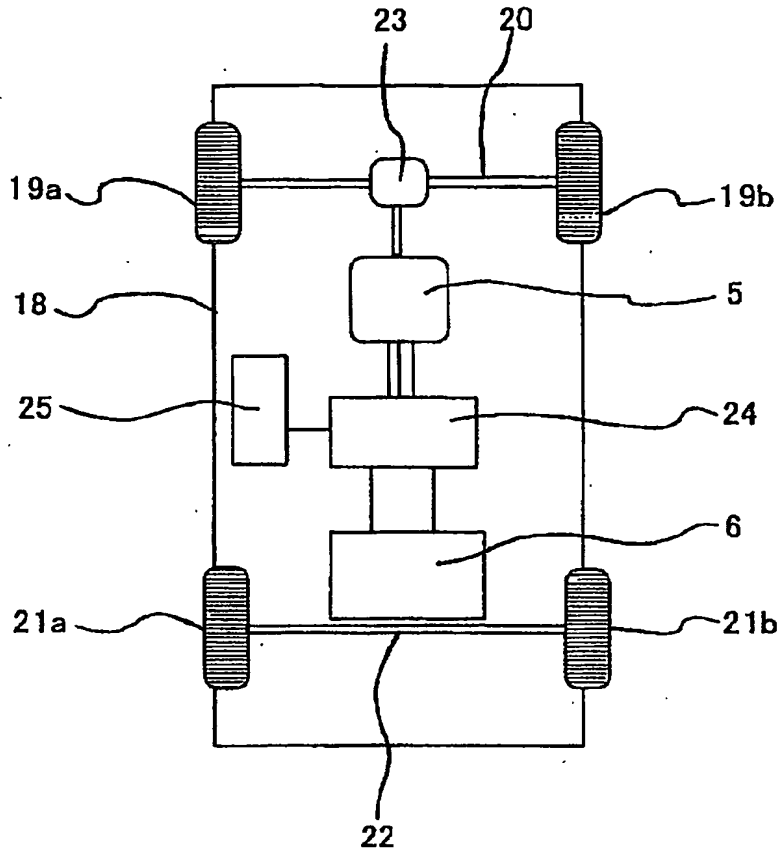
【図 7】

図 7



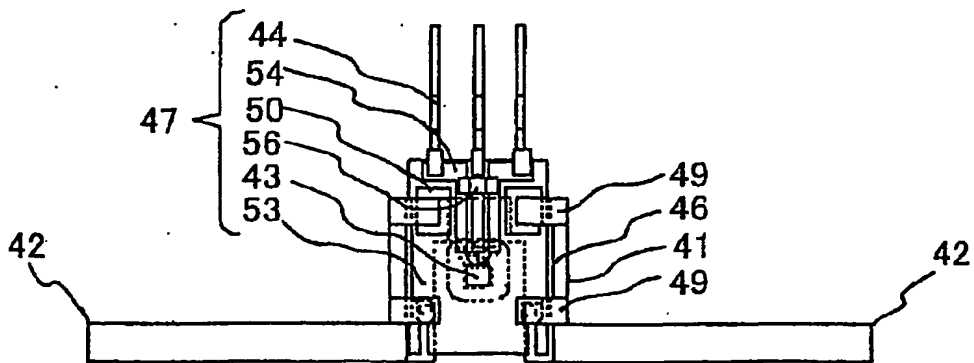
【図 9】

図 9



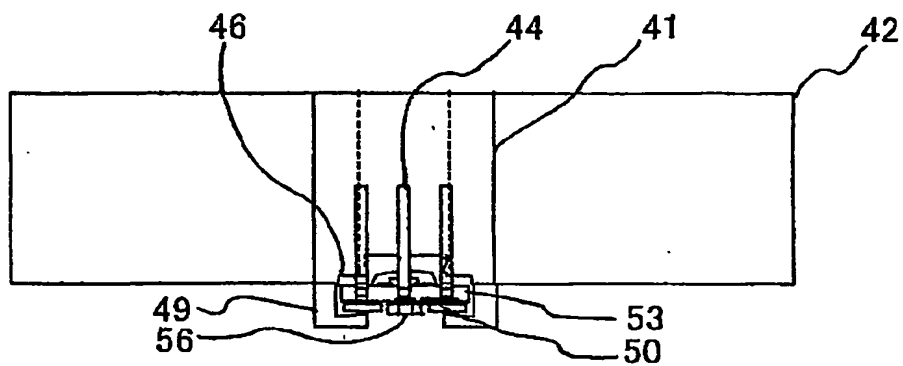
【図 10】

図 10



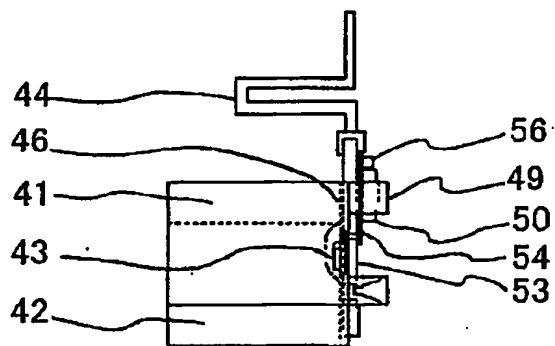
【図 11】

図 11



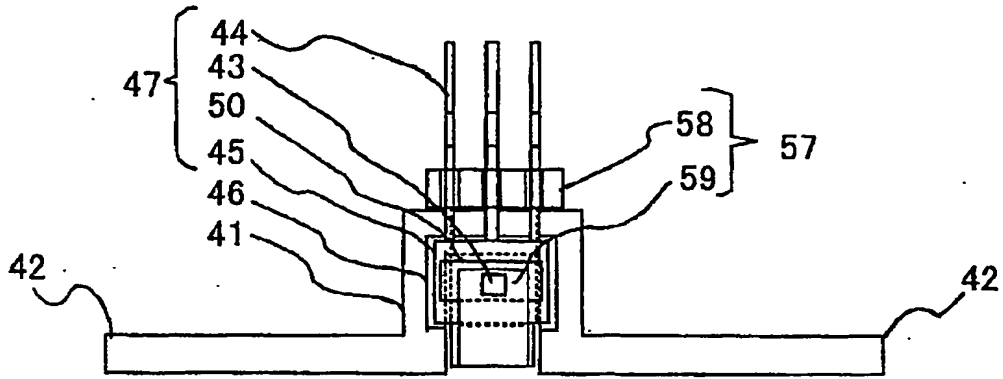
【図 12】

図 12



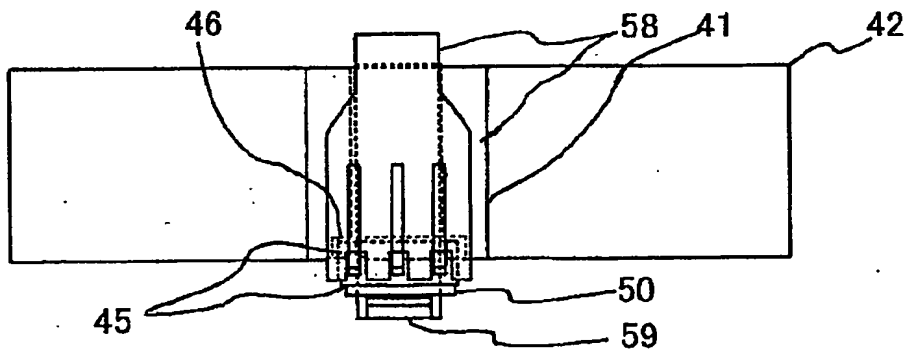
【図 13】

図 13



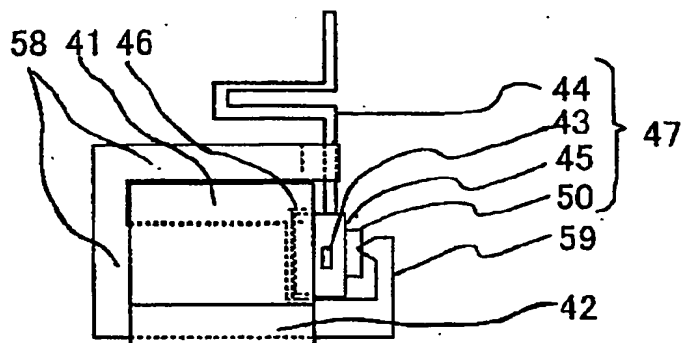
【図 14】

図 14



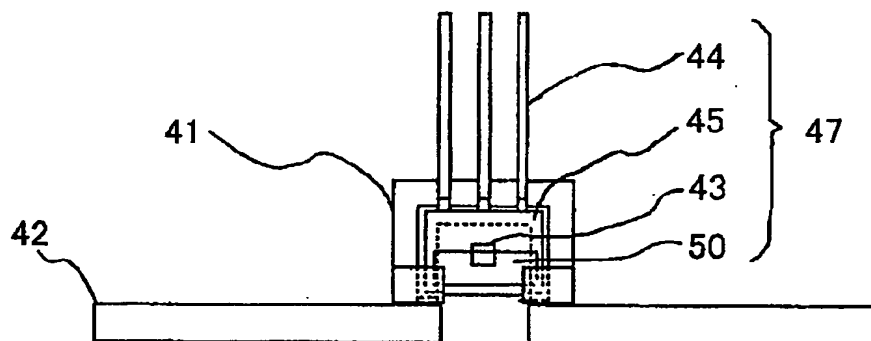
【図15】

図 15



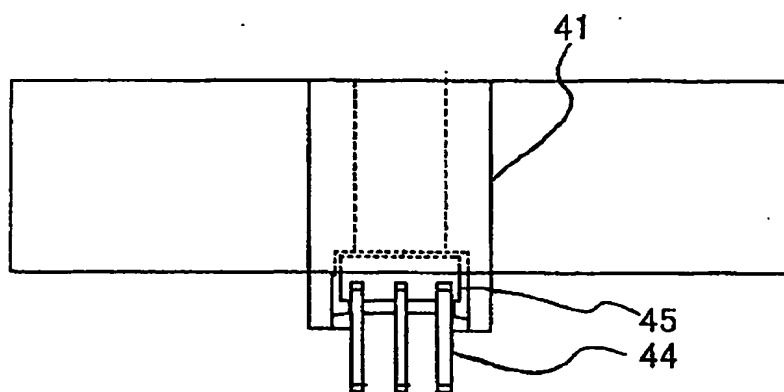
【図16】

図 16



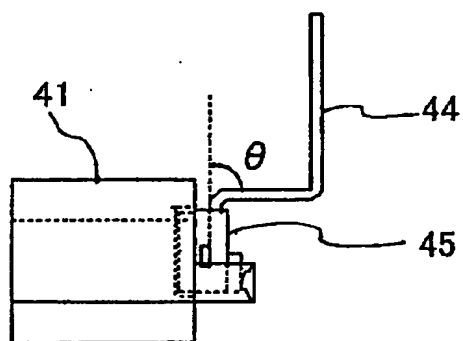
【図17】

図 17

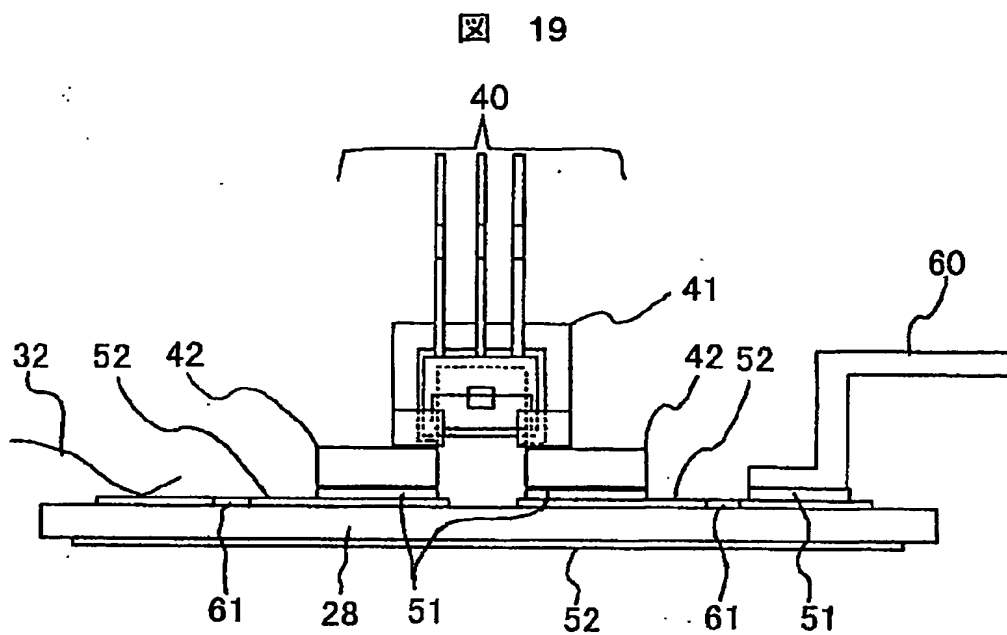


【図18】

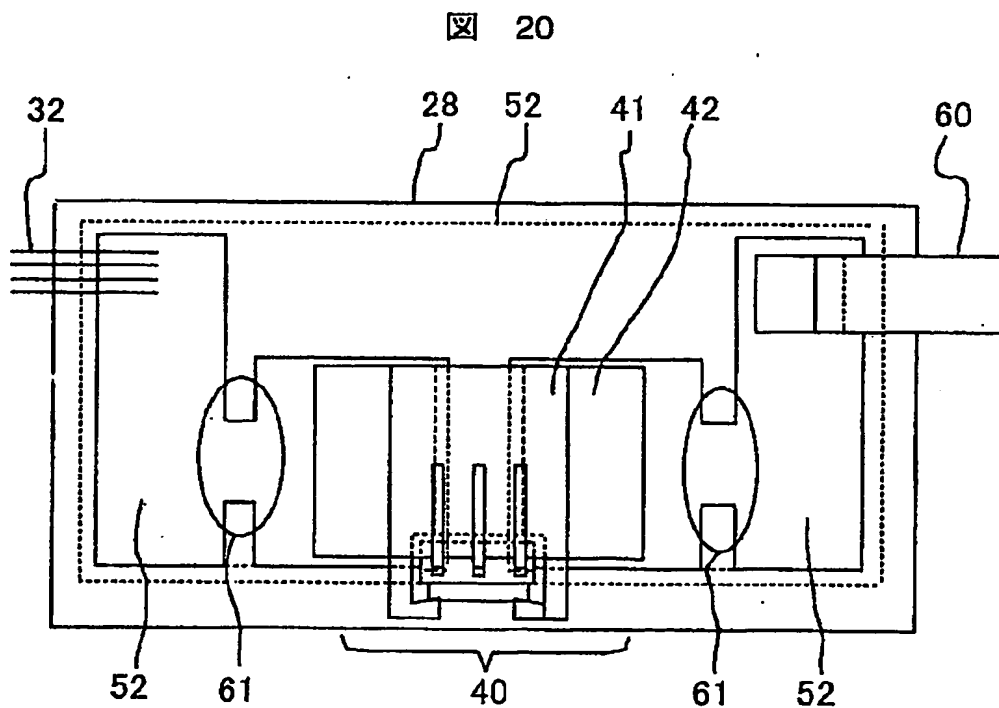
図 18



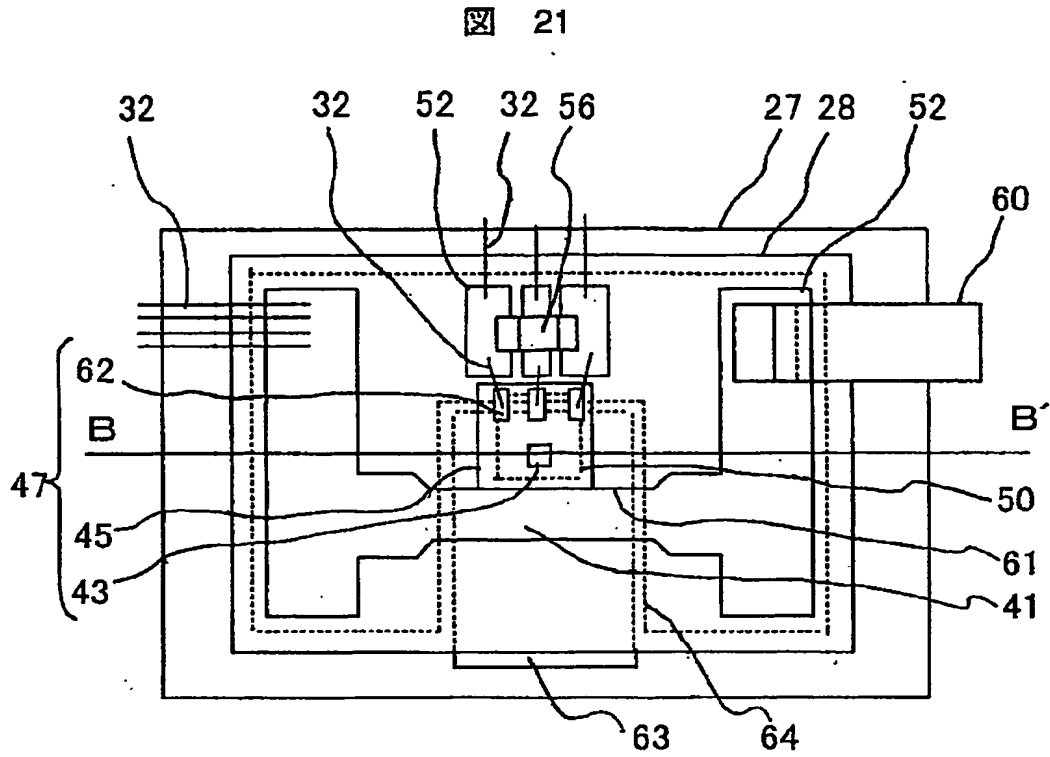
【図 19】



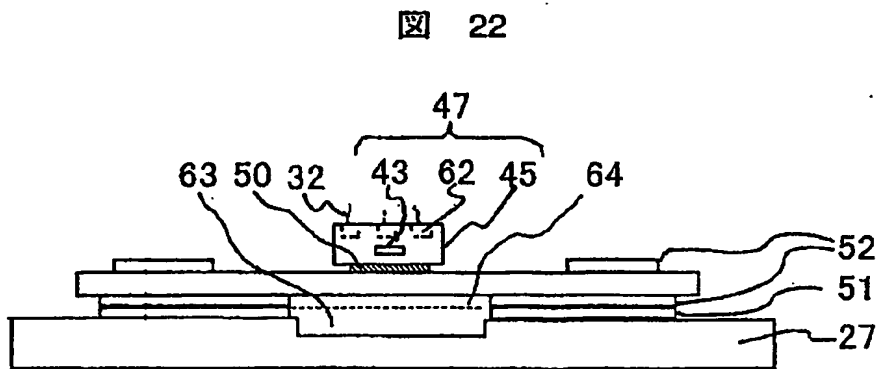
【図 20】



【図 2 1】

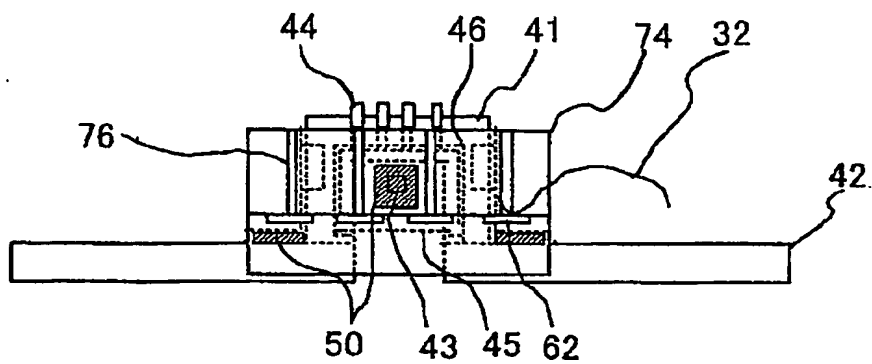


【図 2 2】



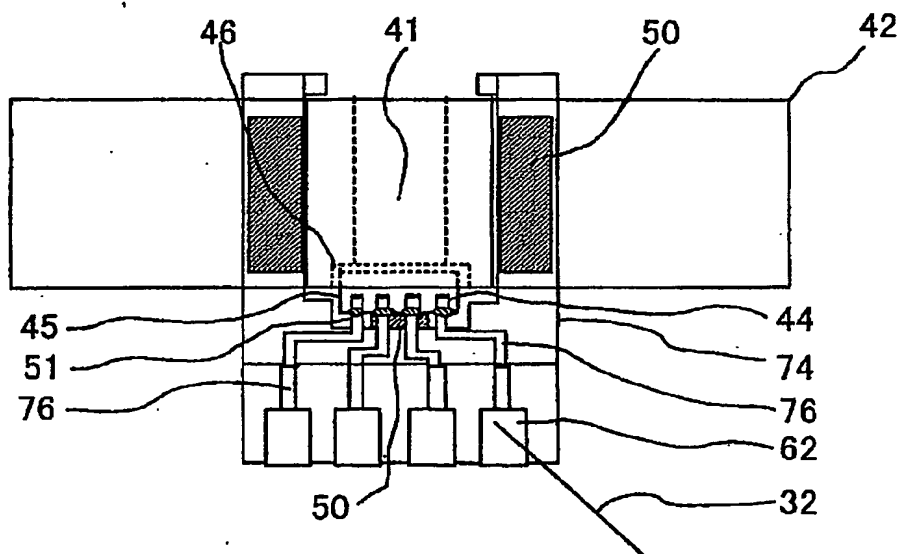
【図 23】

図 23



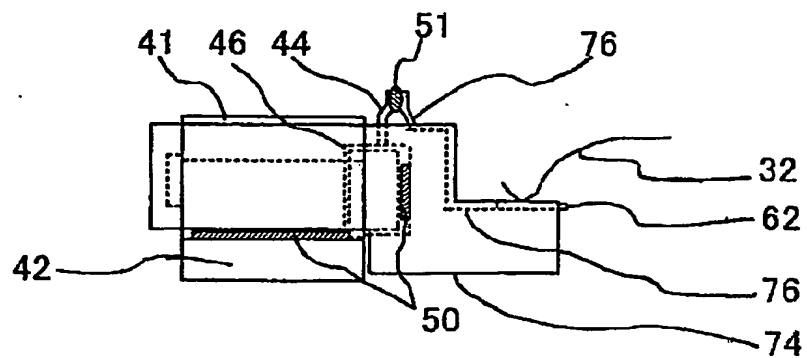
【図 24】

図 24



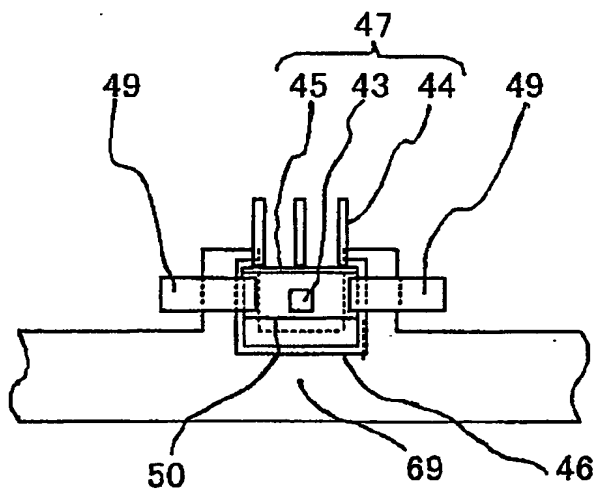
【図 25】

図 25



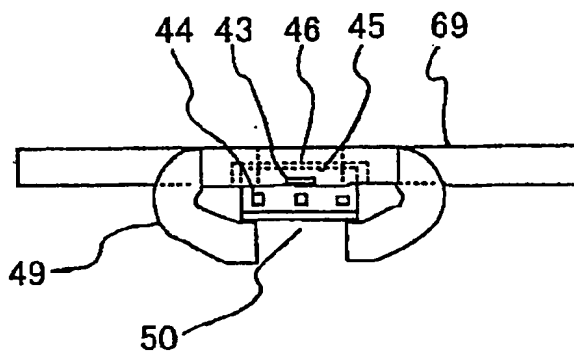
【図 26】

図 26



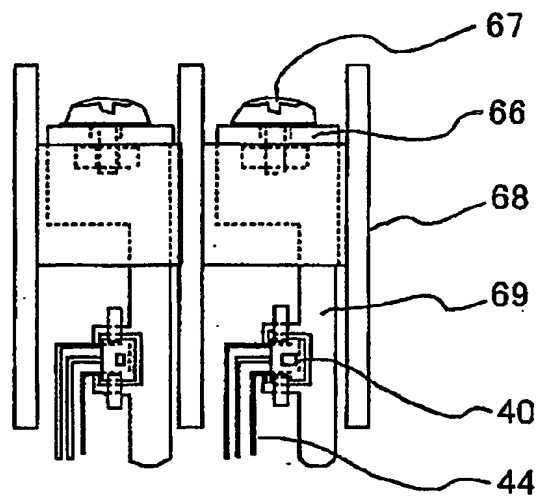
【図 27】

図 27



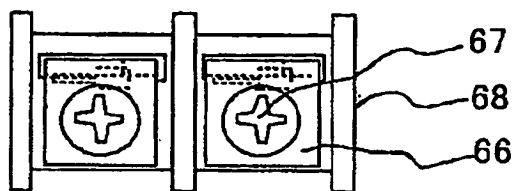
【図 28】

図 28



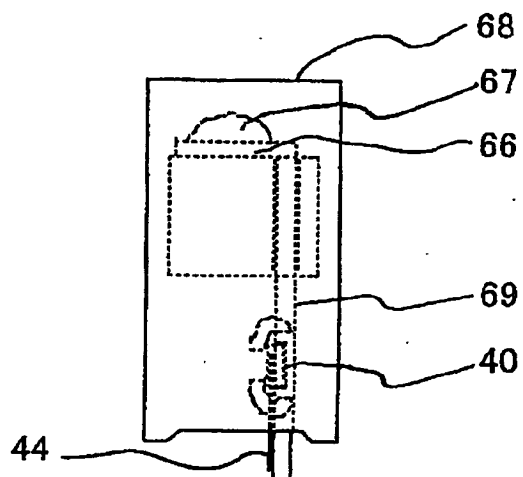
【図 29】

図 29



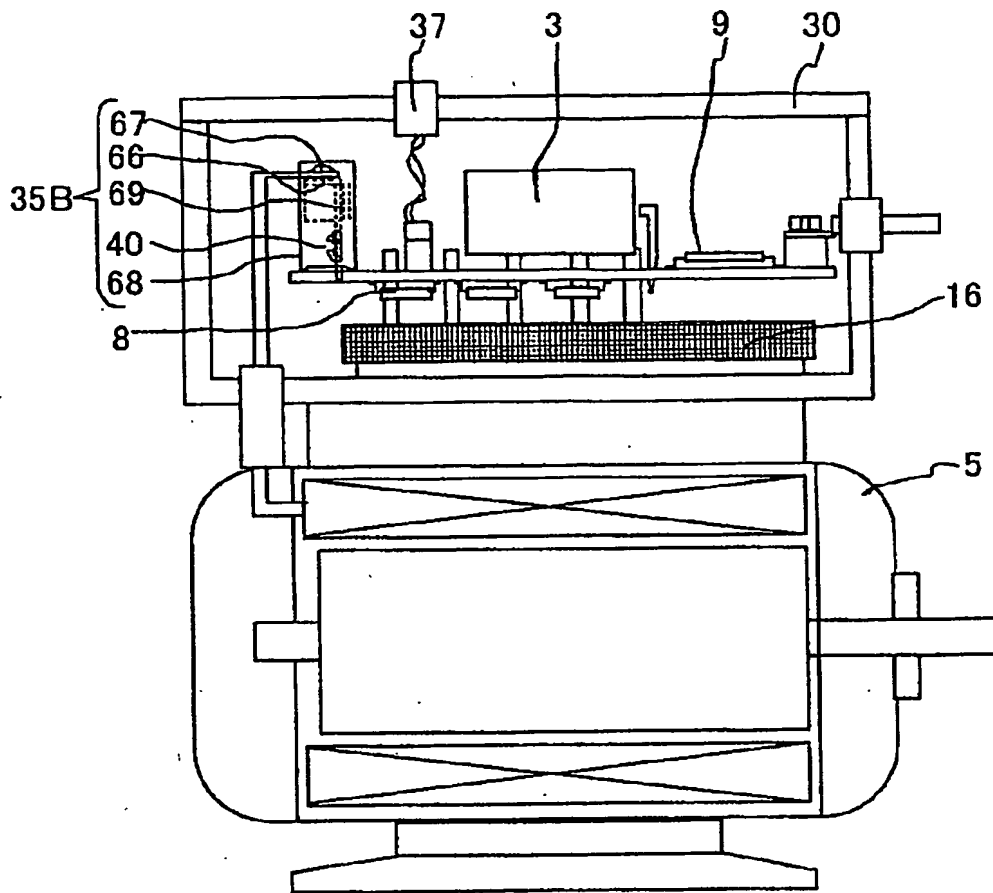
【図 30】

図 30



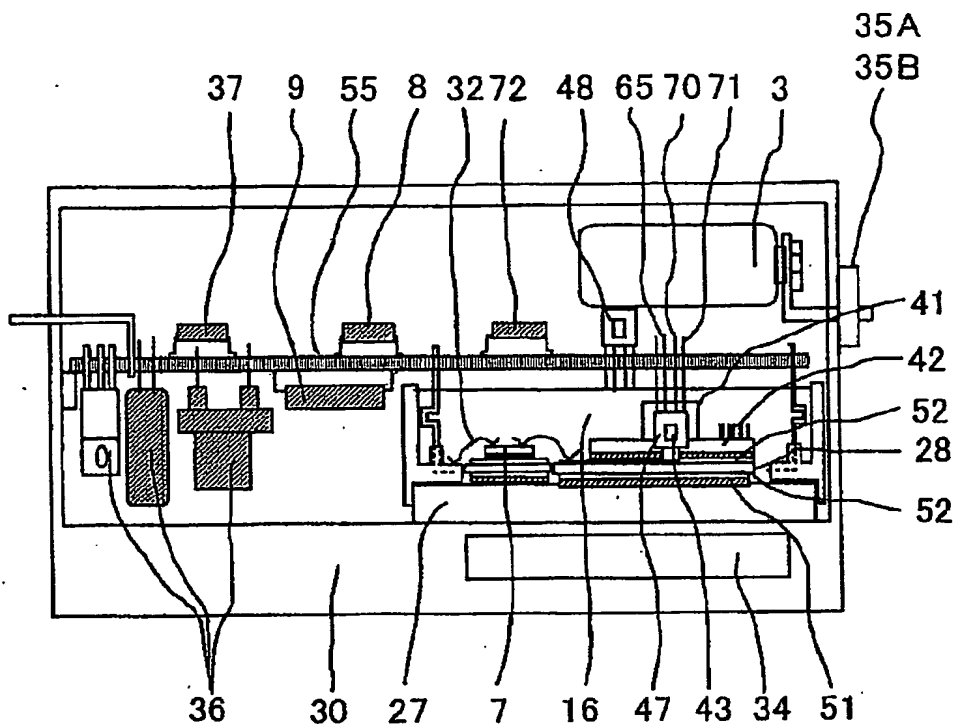
【図 31】

図 31



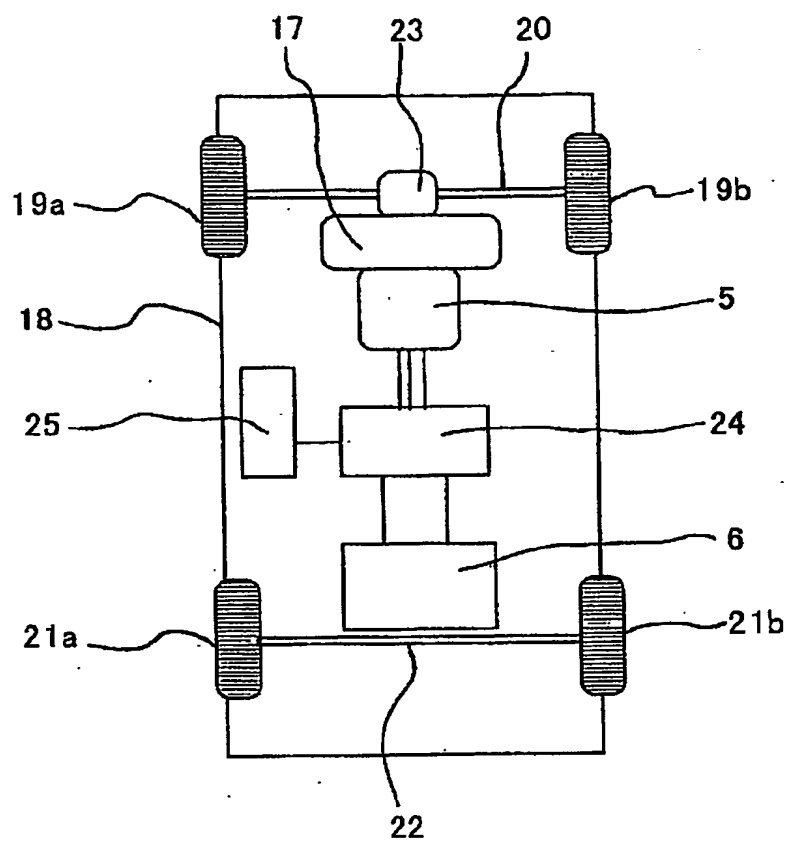
【図 32】

図 32



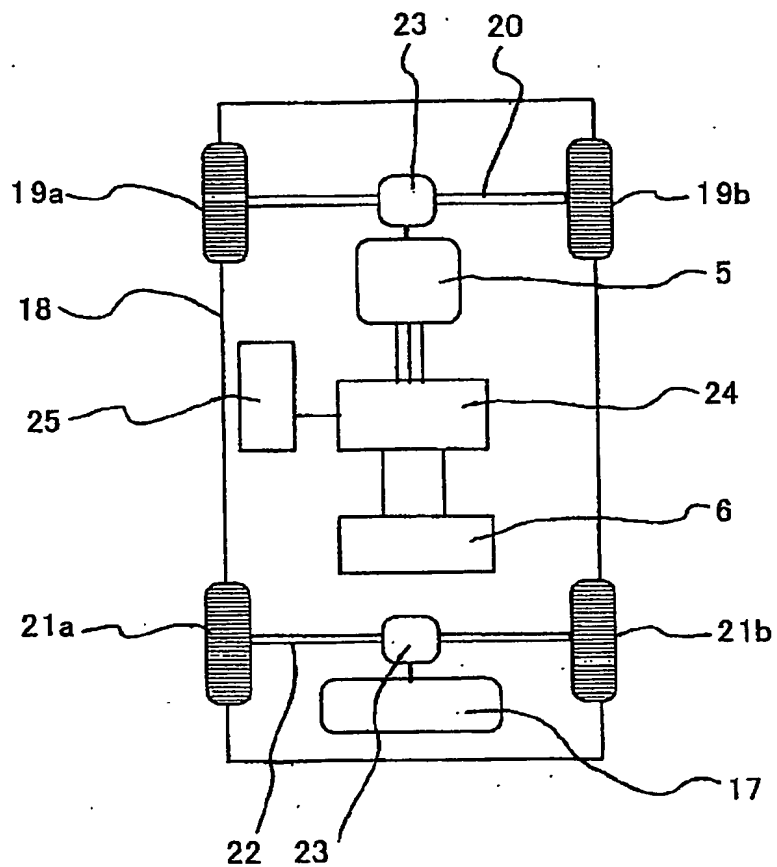
【図 33】

図 33



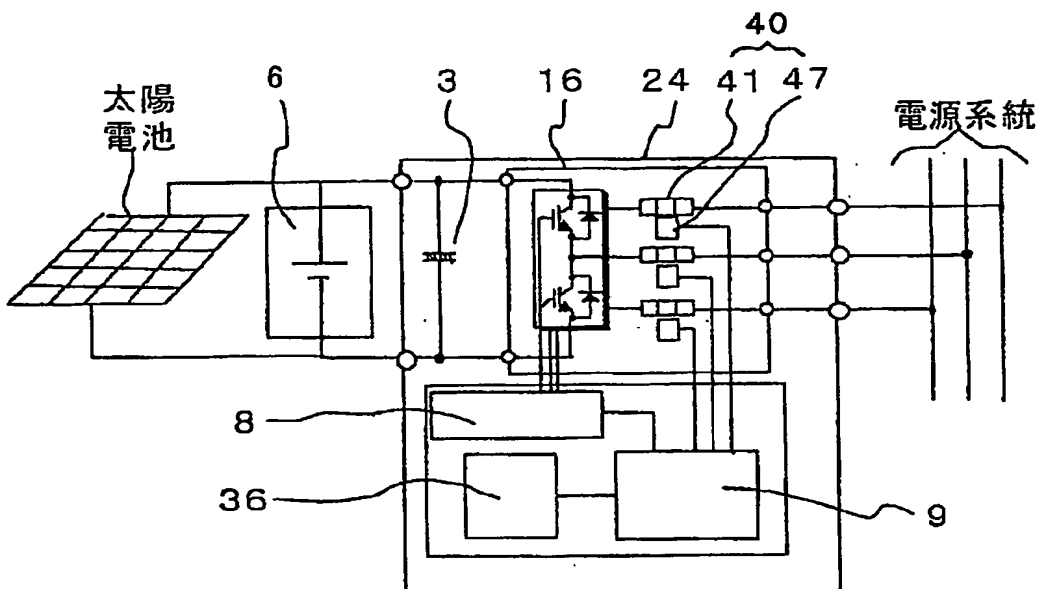
【図 34】

図 34



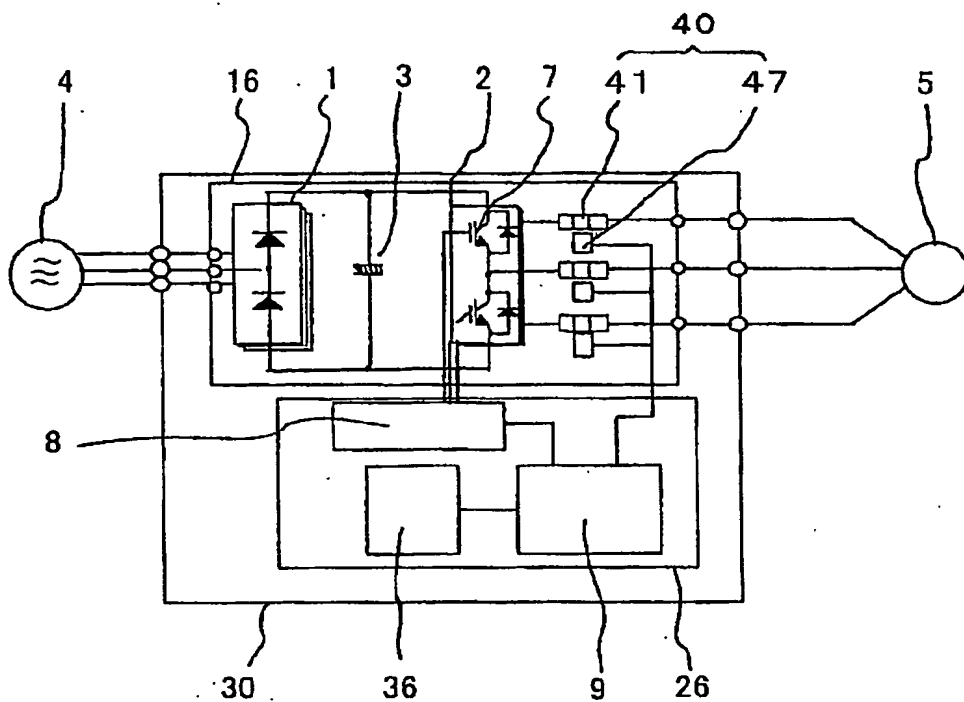
【図 35】

図 35



【図 36】

図 36



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

小型でかつ高精度な電力制御が行える電力変換装置の提供にある。

【解決手段】

上記課題を解決するために本発明は、セラミック基板28を介してパワーモジュールベース27に載置されたパワー半導体素子7を有するパワーモジュール16と、パワー半導体素子7の動作を制御する制御部26とを備えた電力変換装置において、パワー半導体素子7と電氣的に接続されかつセラミック基板28を介してパワーモジュールベース27上に載置された検出導体11に設けられると共に、制御部26と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子43を有する磁気検出部47を備えてなる電流検出器40をパワーモジュール16に設け、検出導体11の磁気検出部47が設けられた部分とパワーモジュールベース27との相対的距離をパワー半導体素子7とパワーモジュールベース27との相対的距離よりも大きくした。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-102916
受付番号	50200491029
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成14年 4月 5日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 4月 4日

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名	株式会社日立製作所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.